

# Universidad de Cádiz

Proyectos fin de carrera de Ingeniería Técnica Industrial.

Especialidad: Química Industrial

**Centro:** ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS

**Titulación:** Ingeniería Técnica Industrial.

**Título:** Proyecto de restauración de los terrenos afectados por una cantera de áridos en la Sierra de Dos Hermanas (San José del Valle)

**Autor:** Issac Rodríguez García

**Fecha:** Enero 2011

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS  
EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

**INDICE**

<u>CONTENIDOS</u>	<u>PÁGINA</u>
<b>MEMORIA</b>	1
1. PETICIONARIO.	2
2. INTRODUCCIÓN.	2
3. NORMATIVA. EXIGENCIA LEGAL DE LA RESTAURACIÓN MINERA.	3
4. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.	4
5. SITUACION GEOGRÁFICA, ACCESOS E INFRAESTRUCTURA.	5
6. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE.	6
6.1. Hidrografía.	6
6.2. Fisiografía.	6
6.3. Clima.	9
6.3.1. Pluviometría.	9
6.3.2. Vientos.	12
6.3.3. Temperaturas.	12
6.3.4. Definición Climática.	13
6.3.4.1. La Evapotranspiración (ET).	13
6.3.4.2. Método de Thornthwaite.	13
6.4. Edafología.	19
6.5. Paisaje.	19
6.6. Fauna.	24
6.7. Vegetación.	29
6.8. Usos y aprovechamientos.	36

*Isaac Rodríguez García.  
Ingeniería Técnica Industrial. Química Industrial*



<u>CONTENIDOS</u>	<u>PÁGINA</u>
6.9. Aspectos socioeconómicos.	37
7.SINTESIS DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN.	38
7.1 Método de explotación aplicado y tratamiento del mineral.	38
7.1.1 Descripción del método minero y características generales de diseño.	38
7.1.2 Maquinaria prevista.	43
7.1.3 Tratamiento del mineral.	44
7.2. Diseño del hueco final reservas explotables.	45
7.3 Planificación por fases y dirección de avance.	46
7.4 Criterios de modelado geométrico para la implantación de la vegetación e integración en el paisaje.	46
8. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDO POR LAS EXPLOTACIONES MINERAS.	48
8.1 Generalidades.	48
8.2 Identificación y caracterización de impactos.	49
8.2.1 Identificación de impactos.	51
8.2.2 Caracterización de impactos.	52
8.3 Evaluación de los efectos previsibles.	59
9. MEDIDAS CORRECTORAS.	68
10.ESTUDIO DE REVEGETACIÓN.	70
10.1 Generalidades.	70
10.2 Medidas propuestas para la recuperación por revegetación.	70
10.3 Remodelación de Taludes.	71
Mejoras edáficas.	75

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS  
EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

<u>CONTENIDOS</u>	<u>PÁGINA</u>
Retirada, acopio y mantenimiento del horizonte más fértil.	75
10.3.3 Especies vegetales a utilizar. Selección. Dosis de siembra.	76
10.3.4 Preparación del suelo para la implantación vegetal.	78
10.3.5 Otras medidas complementarias.	79
<b>PRESUPUESTO</b>	80
11. PRESUPUESTO.	81
12. BIBLIOGRAFIA.	84
<b>PLANOS</b>	85
INDICE DE PLANOS	86

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS  
EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

*Isaac Rodríguez García.  
Ingeniería Técnica Industrial. Química Industrial*

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS  
EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

# MEMORIA

## 1. PETICIONARIO.

Se redacta el presente proyecto a petición de la EMPRESA con C.I.F X-XXXXXX, y domicilio fiscal en P.I. EL PALMAR , PARCELA 107, 11407-JEREZ DE LA FRONTERA (CÁDIZ)

## 2. INTRODUCCIÓN.

La Tierra, el medio sobre el cual el hombre desarrolla sus actividades, ha sido explotada con demasiada frecuencia sin tener en cuenta el carácter irreversible de muchas de las alteraciones producidas por un uso mal entendido y con poca visión de futuro, pues la “Tierra”, en su conjunto, se ha revelado como un recurso agotable y escaso que está sometido a un demanda cada vez mayor de nuestra sociedad.

Entre los diversos tipos de perturbaciones que el hombre produce en ella revisten especial interés aquellas que están relacionadas con las actividades extractivas de recursos minerales, después de las cuales, si no existen una restauración posterior, los terrenos abandonados quedan en una situación de degradación sin posibilidades reales de aprovechamiento.

El hombre, consciente de esta situación ha comenzado a considerar la explotación de los recursos minerales en el marco de la ordenación del territorio, contemplando las operaciones extractivas como usos transitorios y no terminales, por lo que es necesario reacondicionar los terrenos afectados para alcanzar un equilibrio con la conservación de la naturaleza, permitiendo así salvaguardar el patrimonio que representa el medio y los recursos naturales para poder legarlo a las generaciones futuras.

Actualmente, es posible tomar medidas adecuadas para que las alteraciones inducidas sean en gran parte anuladas o mitigadas, aunque éstas persistan durante un periodo de tiempo corto, el de la vida de la operación, sin necesidad de inutilizar permanentemente el terreno ocupado. Posteriormente, es viable recuperar esos terrenos por métodos diversos y con distintos usos.

La explotación de la cantera situada en la Sierra de Dos Hermanas, dentro del municipio de San José del Valle, objeto de este proyecto se encuentra afectada por la legislación, sobre “Restauración de Espacios Naturales Afectados por Actividades Mineras”.

La legislación vigente, sin olvidar la necesidad económica y social del aprovechamiento de los recursos minerales, obliga a los explotadores, a elaborar un Plan de Restauración del espacio natural afectado por las labores mineras de forma que, coordinado con el plan de explotación, se proteja al medio biofísico durante el período que dure la actividad minera y el espacio afectado quede reintegrado al entorno una vez terminada ésta.

### 3. NORMATIVA. EXIGENCIA LEGAL DE LA RESTAURACIÓN MINERA.

La minería es una actividad percibida por la sociedad como muy agresiva, por las grandes extensiones de terreno que se necesitan para su explotación y por los impactos ambientales que provoca. Por otra parte, su localización está vinculada sin remedio a la del yacimiento, y por ello las alternativas de emplazamiento son muy pocas. Esta vinculación ha determinado que se alteren espacios naturales de gran valor ecológico.

Estas razones provocaron que en España apareciera la **Ley de Minas (Ley 22 de 1973)**, que obliga a los explotadores o concesionarios mineros a adoptar medidas de conservación ambiental mientras dura la explotación y medidas de recuperación una vez clausurada la misma.

**El Real Decreto 2994/82 sobre restauración del espacio afectado por actividades mineras** obliga a restaurar el espacio degradado a la vez que se realiza la explotación. Es decir, que se debe sincronizar la explotación minera con la restauración de la zona con el objetivo de minimizar los impactos ambientales y los costes de restauración puesto que la degradación del terreno es menor cuanto menos tiempo pase y puede controlarse con una adecuada gestión.

**La Orden de 20 de Noviembre de 1984**, que desarrolla el Real Decreto anteriormente citado, expone que el titular de la explotación debe dejar como fianza el dinero de la restauración para garantizar que ésta se realiza; una vez restaurada la cantera, la administración devuelve la fianza.

#### 4. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.

El presente Proyecto de Restauración de los terrenos afectados por las actividades extractivas que se realizará la EMPRESA tiene como objetivo principal minimizar el posible Impacto Ambiental sobre el territorio en que se encuentra el depósito de Calizas, mediante la preparación del terreno, el remodelado y el aporte de materiales, de modo que la fisiografía final se integre armoniosamente en el paisaje circundante, a la vez que se facilita la estabilidad de los taludes, el drenaje natural del agua superficial, se reduce y controla la erosión y se permite la implantación de la cubierta vegetal más adecuada del entorno.

La planificación de los trabajos de restauración requiere un conocimiento profundo de los componentes de los ecosistemas. Además, el aprovechamiento del suelo está directamente relacionado con las características fisiográficas del territorio y con la vegetación existente. En la mayoría de los casos puede confirmarse que al hablar de recuperación el objetivo básico es el establecimiento de la cubierta vegetal sobre la superficie del terreno que se ha visto afectada.

Conforme a los objetivos enunciados anteriormente, los principales capítulos que conforman este estudio son:

- Análisis de los principales factores socioeconómicos y ambientales (físicos, biológicos, y visuales) del área ocupada por la explotación y su entorno.
- Descripción y síntesis de los aspectos mineros particulares relacionados con el diseño de formas y desarrollo del hueco con el fin de proteger el paisaje.
- Identificación y caracterización de las principales alteraciones que se originarán por las actividades extractivas.
- Definición de medidas correctoras para anular o mitigar las posibles perturbaciones transitorias y permanentes.
- Estudio de revegetación de los terrenos afectados, con caracterización fitoedáfica de los materiales presentes, enmiendas edáficas y especies vegetales a utilizar.
- Calendario de ejecución y costes estimados de los trabajos de restauración.

## 5. SITUACION GEOGRÁFICA, ACCESOS E INFRAESTRUCTURA.

La cantera objeto de este estudio se halla ubicada dentro del término municipal de San José del Valle dentro del paraje de la Sierra de Dos Hermanas.

El núcleo urbano más cercano es San José del Valle, del que dista 7 Km. Con relación a Jerez de la Frontera, donde está situada la fábrica de cemento de la misma empresa, destino de los materiales extraídos en la cantera, dista 47 Km. A través de la carretera local CA-5030, de Jerez a la Estación de Cortes. La cantera dispone de acceso a través de una pista de 560 m hasta la carretera anteriormente mencionada.

El área de la explotación dispone de energía eléctrica a pie de la misma, a 15.000 V de tensión, para alimentación de la planta de trituración y clasificación de calizas y otros servicios auxiliares.

El suministro de agua necesaria se prevé efectuar por medio de pozos, complementando los existentes con otros nuevos.



Figura 5.1. Situación Geográfica de la Cantera.



## 6. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE.

### 6.1.Hidrografía.

La hidrografía es una rama de la Geografía Física que se encarga del estudio y descripción de los diferentes cuerpos de agua planetarios, en especial de las aguas continentales.

En la zona objeto de descripción el río mas significativo es el Majaceite, un vez embalsado en el pantano de Guadalcacín.

Los afluentes más importantes son, por la izquierda el Arroyo del Palmetín –alimentado por la Sierra de Dos Hermanas y la Sierra de la Sal-, el Arroyo del Infierno –alimentado por la Sierra de Dos Hermanas- y, por último, el Arroyo de la Zorra que confluye con el del Infierno y procede de las cercanías del pueblo de San José del Valle.

Por lo que se refiere a la zona a explotar, cabe señalar la inexistencia de cursos de agua.

### 6.2.Fisiografía.

La fisiografía es la ciencia que describe el relieve terrestre.

La zona de actuación y su entorno mas inmediato puede decirse que se sitúa en la región de las Sierras Subbéticas gaditanas, siendo las mas representativas de la zona la de “Dos Hermanas” y “La Sal”.

Las altitudes oscilan entre los 63 metros sobre el nivel del mar en el embalse del Guadalcacín y los 501 metros del Pico de la Pajarraca en la Sierra de la Sal (pico situado fuera de la zona objeto de descripción); ya, en orden decreciente de altitud, al pico citado le siguen los altos de la cresta de dicha Sierra –todos ellos con cotas superiores a los 400 metros- y el de Dos Hermanas, en la Sierra a la que da nombre, con altitud de 376 metros.

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS  
EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

La explotación minera afectará a una zona de la Sierra de Dos Hermanas comprendida entre los intervalos altitudinales que se señalan seguidamente para los límites perimetrales de la cantera:

- Norte: 150 a 234 metros aproximadamente
- Sur: 150 a 246 metros “
- Este: 224 a 246 metros “
- Oeste: Curva de nivel de 150 metros aproximadamente.

En cuanto a las pendientes del terreno puede decirse, con carácter genérico, que dominan las pendientes superiores al 20%, superándose más del doble del porcentaje señalado en zonas de la Sierra de la Sal y de la de Dos Hermanas. No obstante, también se dan zonas con pendientes ligeras (3%-10%) y moderadas (10%-20%).

PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)



Figura 6.2.1. Fisiografía y altitudes.

Escala 1:50000

### 6.3.Clima.

En concreto, el área geográfica donde se enclava la explotación puede decirse que se encuentra en una zona de transición entre clima mediterráneo seco y mediterráneo húmedo. No obstante, con el objeto de llegar a una definición climática concreta, y considerando la información más completa disponible de las estaciones meteorológicas más próxima a la zona de estudio, se ha optado por la estación de Pantano de Guadalcacín.

#### 6.3.1.Pluviometría.

Los datos pluviométricos disponibles que se reflejan numérica y gráficamente en el Cuadro 6.3.1 y en las figuras 6.3.1.1 y 6.3.1.2, se refieren al periodo 1994-2009.

Como puede observarse, a lo largo de un año hay una distribución irregular de las lluvias, existiendo periodos lluviosos interrumpidos por uno de cuatro meses –Junio, Julio, Agosto y Septiembre- en el que las precipitaciones son escasamente significativas, especialmente en Julio y Agosto.

De otra parte, puede apreciarse a partir de los años 1998 y 2005, dos periodos contundencias decrecientes de las precipitaciones totales anuales

PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)

ESTACIÓN: PANTANO DE GUADALCACIN											
PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES (MM-LM2)											
Años	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Total
1994	82.7	86.7	23.5	38.4	22.5	28.7	0	0	2	89.2	430.9
1995	0.4	182.7	99.7	50.8	36.8	19.3	0	8.5	2.5	5.3	674.5
1996	167.4	440.5	179.3	44.7	35.8	22.5	0	0	74.5	77.5	920.8
1997	341.9	11.3	53.5	49.7	54.3	0	0	0	0	13	637.1
1998	125.5	6.5	43.2	167	148.3	27.2	0	44	0	51.5	738.5
1999	111.3	105.2	89.8	1.7	45.8	14.2	0	0	45.5	155	805.3
2000	77.8	15.8	72	6.1	118.9	53.8	1.4	0.5	0	7.5	337.5
2001	40	57.5	46.8	138	10.5	71.5	0	0	0	44	390.3
2002	82	56.5	140.4	41.5	25.2	28.1	0	1.8	0	2	532.5
2003	61.8	89.2	55.2	101	36.6	0.8	0	15	60.5	133	815.7
2004	189.1	175.3	5.8	6	29.5	25	11.5	1.5	0	59.5	786.1
2005	25.8	130.1	63.1	92.1	59.9	22.5	0	0	3	29.5	842
2006	167.5	84.5	33.2	33.2	35.5	4.3	11.5	0	4.5	242.2	678.9
2007	63.5	44	95.1	19.7	108.6	5.8	0	0	51.9	73.3	659.1
2008	102.5	5.3	45.1	101	51.8	5.3	3.8	0	10.5	11.3	545.7
2009	141.8	83.2	21.8	75.4	16	0	1.3	2	21.8	58.2	537.8
MEDIA	87.4	82.4	67.3	50.8	52.7	20.9	1.9	4.8	17.3	70.2	380.7

Cuadro 6.3.1. Precipitaciones medias mensuales (MM)  
Periodo 1994-2009

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

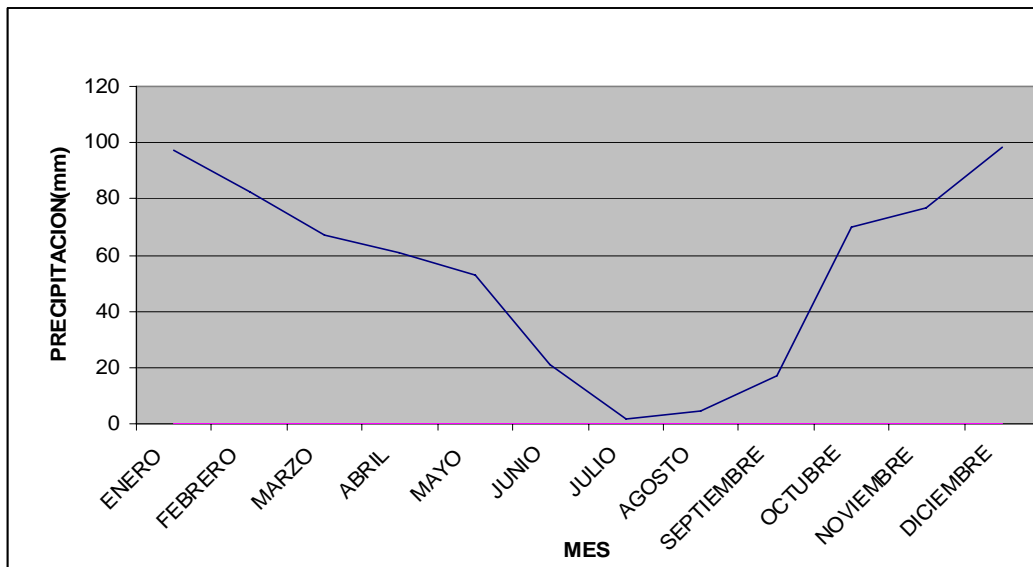


Figura 6.3.1.1. Precipitaciones medias mensuales (1994-2009)

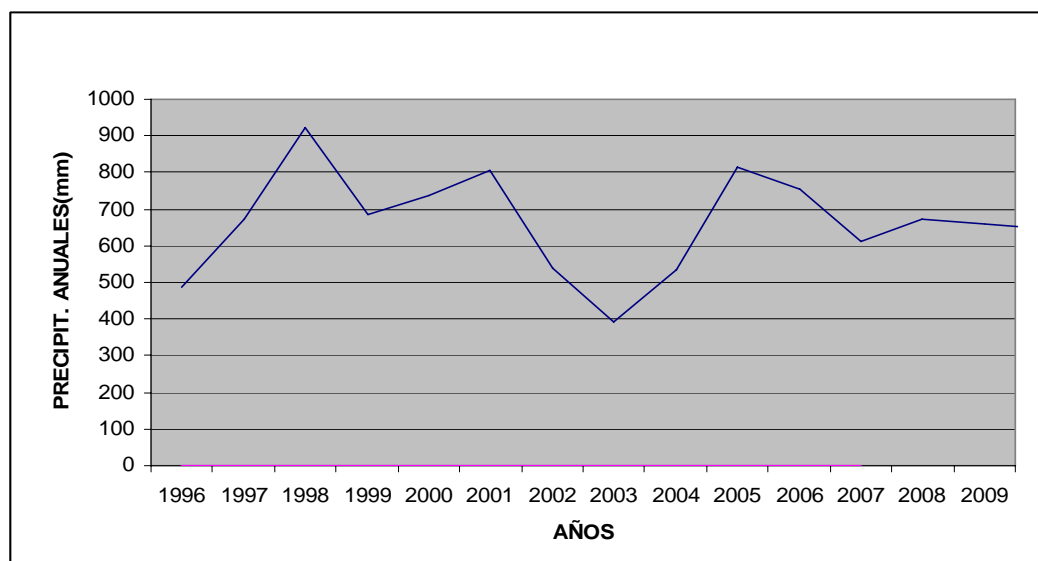


Figura 6.3.1.2. Precipitaciones anuales.

### 6.3.2. Vientos

La incidencia de los vientos en la provincia gaditana es un factor de especial relevancia, por lo que es obligado hacer una referencia a éstos.

En todo caso, cabe indicar que en la zona del Pantano de Guadalcaín, según la bibliografía consultada, la frecuencia del viento de levante es tan importante como la de los vientos de poniente; esto es, la zona es igualmente afectada por los vientos secos originados en la depresión del Sahara y los vientos húmedos procedentes del Atlántico.

### 6.3.3. Temperaturas

En cuanto a los datos de temperaturas del periodo señalado en el apartado de precipitaciones, éstos quedan reseñados en el Cuadro 4.3.3 y en la Figura 4.3.3 se representa la evolución de las temperaturas medias, media de las máximas y media de las mínimas.

A la vista de los datos puede decirse que se trata de temperaturas suaves con una temperatura media anual de 17,6 °C, si bien en verano sobrepasan los 40 °C.

ESTACION: PANTANO DE GUADALCACÍN(CADIZ)					
MES	MAX.ABS	MIN.ABS	MED.MAX	MED.MIN	MED.MES
ENERO	26	-5	15,9	5,7	10,8
FEBRERO	27,5	-2	16,6	7,1	11,8
MARZO	31	0	18,4	7,5	13
ABRIL	31	2	20,6	9,5	15
MAYO	36	4	24	11,7	17,8
JUNIO	44	0	28,6	15,5	22
JULIO	46,5	14	33,6	18,4	26
AGOSTO	44	10	33,6	18,3	25,9
SEPTIEMBRE	41	9	30,3	16,9	23,6
OCTUBRE	36	5	25,1	13,8	19,4
NOVIEMBRE	32	0	19,8	9	14,4
DICIEMBRE	25	-4	16,1	6,1	11,1
ANUAL	46,5	-5	24,6	11,6	17,6

Cuadro 6.3.3 Temperaturas máximas, mínimas, y medias mensuales (°C)

#### 6.3.4. Definición Climática.

Con objeto de caracterizar climáticamente el área donde se enclava la cantera, se ha calculado el índice de Thornthwaite.

La clasificación de Thornthwaite (1949) ha sido ampliamente asumida dadas las aportaciones de su autor al edafoclima e hidrología, desde una perspectiva geográfica.

##### 6.3.4.1. La Evapotranspiración (ET).

El concepto de evapotranspiración (ET) comprende la evaporación del agua de las capas más superficiales del suelo y de la superficie de las plantas, y el agua extraída del suelo por las plantas y utilizada por ellas.

La evapotranspiración potencial (ETP) es la que podría producirse, si hubiera siempre agua suficiente, mientras que la evapotranspiración real (ETR), es la que realmente se produce. La evapotranspiración depende del tipo de vegetación, energía disponible para la vaporización de agua a la superficie evaporante, y de la capacidad del aire para el transporte del vapor.

La evapotranspiración puede ser calculada mediante numerosas fórmulas, siendo la más aceptada la perteneciente al método de Thornthwaite, y que a continuación describimos.

##### 6.3.4.2. Método de Thornthwaite.

Basada en la consideración de la eficacia térmica, dada por la ETP del mismo autor. El autor utiliza sus trabajos previos en la estimación de la ETP. Supone un gran avance respecto a otras clasificaciones ya que parte del clima que afecta al suelo y a la planta, es decir, la evaporación, la transpiración y el agua disponible en el suelo; en vez de medias mensuales de parámetros meteorológicos clásicos.



### **Cálculo de la E.T.P.Evapotranspiración potencial mensual (mm)**

$$ETP=16(10T/I)^a$$

I =índice de calor anual (suma de los 12 valores del índice de calor mensual (i)).

$$\text{Donde } i= ( T / 5 ) ^{1,514}$$

T es la temperatura media mensual en °C.

a es función del índice de calor anual (I), que simplificado equivale a  $0,016^{0,5}$

a se calcula como:

$$a= 0,000000675 \times I^3 - 0,0000771 \times I^2 + 0,01792 \times I + 0,49239$$

Así se obtienen los resultados reflejados en la Tabla 4.3.4.2.

Teniendo en cuenta también al balance hídrico que podemos calcular según Thornthwaite, del siguiente modo:

El balance hídrico consiste en definir mes a mes los siguientes parámetros (en mm), para conocer la cantidad y numero de meses en los que hay superávit o déficit de agua:

P : precipitación media

ETP : evapotranspiración (potencial o de referencia)

P-ETP : diferencia entre P y ETP

R : reserva

VR : variación de la reserva

ETR : evapotranspiración real

F : falta

Ex : exceso

A continuación analizaremos los diferentes parámetros.

### **-P-ETP**

Es el balance mensual de entradas y salidas potenciales de agua del suelo. La diferencia nos clasifica los meses en secos ( $P-ET < 0$ ) y en húmedos ( $P-ET > 0$ ) según las entradas superen o no a las salidas potenciales.

### **-R, reserva del suelo**

Cuando en un mes se produzcan más entradas que salidas, ( $P > ET$ ) el agua sobrante pasará a engrosar la reserva del suelo; por el contrario, cuando las salidas sean mayores que las entradas se reducirá la reserva del suelo.

Como referencia climática se toma una reserva máxima de 100 mm

En el balance hídrico, la reserva del mes se calcula agregando los incrementos (P-ETP) cuando estos son positivos. Así la reserva en el mes "i" (en función de la del mes anterior "i-1") será:

$$R_i = \begin{cases} R_{i-1} + (P_i - ETP_i) & \text{si } 0 < R_{i-1} + (P_i - ETP_i) < R_{\text{máx}} \\ R_{\text{máx}} & \text{si } R_{i-1} + (P_i - ETP_i) > R_{\text{máx}} \\ 0 & \text{si } 0 > R_{i-1} + (P_i - ETP_i) \end{cases}$$

Los valores de la reserva se irán acumulando mes a mes en el período húmedo, según los incrementos  $P-ETP > 0$ , y disminuirán al llegar el período seco, decreciendo mes a mes según los valores mensuales  $P-ETP < 0$ . Como hemos visto, la reserva nunca tendrá como valor uno mayor que la reserva máxima, ni un número negativo.

Como se aprecia en la fórmula, necesitamos la reserva del mes anterior para comenzar el cálculo de la reserva, por ello, asignamos un valor hipotético a un mes y realizamos ciclos anuales de cálculo (aunque el cuadro del balance hídrico tenga un mes inicial y otro final) hasta que la hipótesis de que partimos se confirme al final del ciclo. A efectos de cálculo, se suele suponer que después del período seco la reserva del suelo es nula, en consecuencia se empieza el cálculo de "R" con el primer mes húmedo y se asigna al mes anterior una reserva nula. Si, tras los cálculos, al final del período seco quedase agua en el suelo, se deberán recalcular las reservas agregando la reserva existente al final del período seco a las reservas del período húmedo. Si de nuevo se modificase la reserva del último mes seco se volvería a calcular otra vez la reserva. Si todos los meses son húmedos podemos utilizar los supuestos anteriores, pero en todo caso llegaremos a que la reserva es igual a la reserva máxima para todos los meses. Por el contrario, si todos los meses son secos la reserva será nula en todos los meses.

**-VR: variación de la reserva**

Es la diferencia entre la reserva del mes en el que estamos realizando el cálculo y la reserva del mes anterior:

$$VR_i = R_i - R_{i-1}$$

**-ETR: evapotranspiración real**

La evapotranspiración real es el volumen de agua que realmente se evapotranspira en el mes dependiendo de que haya suficiente agua disponible para evaporar y así llegar a la ETP o no (por tanto, la  $ETP_i$  es siempre mayor o igual a la  $ETR_i$ ). El agua disponible para evaporar será la que cae como precipitación en el mes considerado y la existente en la reserva del suelo.

En el período húmedo, al cubrir la precipitación la demanda potencial la ET real es igual a la potencial; es decir,

$$ETR_i = ETP_i.$$

En el período seco, el agua que se evapora será el agua de precipitación más la que extraemos del suelo ó Como se aprecia en la fórmula, necesitamos la reserva del mes anterior para comenzar el cálculo de la reserva, por ello, asignamos un valor hipotético a un mes y realizamos ciclos anuales de cálculo (aunque el cuadro del balance hídrico tenga un mes inicial y otro final) hasta que la hipótesis de que partimos se confirme al final del ciclo. A efectos de cálculo, se suele suponer que después del período seco la reserva del suelo es nula, en consecuencia se empieza el cálculo de "R" con el primer mes húmedo y se asigna al mes anterior una reserva nula. Si, tras los cálculos, al final del período seco quedase agua en el suelo, se deberán recalcular las reservas agregando la reserva existente al final del período seco a las reservas del período húmedo. Si de nuevo se modificase la reserva del último mes seco se volvería a calcular otra vez la reserva.

Si todos los meses son húmedos podemos utilizar los supuestos anteriores, pero en todo caso llegaremos a que la reserva es igual a la reserva máxima para todos los meses. Por el contrario, si todos los meses son secos la reserva será nula en todos los meses.

**- VR: variación de la reserva**

Es la diferencia entre la reserva del mes en el que estamos realizando el cálculo y la reserva del mes anterior:

$$VR_i = R_i - R_{i-1}$$

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

En el período seco, el agua que se evapora será el agua de precipitación más la que extraemos del suelo ó variación de la reserva (la reserva que nos queda menos la que teníamos el mes anterior, como tendrá signo negativo se toma el valor absoluto); es decir:

$$ETR_i = P_i + |VR_i|$$

**-F: falta de agua**

Es el volumen de agua que falta para cubrir las necesidades potenciales de agua (para evaporar y transpirar).

Por tanto, la falta de agua es:  $F_i = ETP_i - ETR_i$ .

**- Ex: exceso de agua**

Es el agua que excede de la reserva máxima y que se habrá perdido por escorrentía superficial o profunda.

Por tanto:

$$Ex_i = [P_i - ETP_i - VR_i] \text{ si } (P_i - ETP_i) > 0$$

$$Ex_i = 0 \text{ si } (P_i - ETP_i) \leq 0$$

Como es lógico sólo puede haber exceso si la precipitación ha compensado previamente la ETP, es decir, en los meses húmedos.

	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>X</b>	<b>J</b>	<b>J</b>	<b>AG</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>	<b>Anual</b>
<b>T. MED</b>	10.8	11.8	13	15	17.8	22	26	25.9	23.6	19.4	14.4	11.1	17.6
<b>E.T</b>	26	31	37	48	65	96	130	129	109	76	44	28	819
<b>P</b>	108	82	67	61	53	21	2	5	17	70	77	98	661
<b>V.R.</b>	82	51	30	13	-12	-75	-13	0	0	0	33	70	179
<b>R</b>	100	100	100	100	88	13	0	0	0	0	33	100	634
<b>E.T.R</b>	26	31	37	48	65	96	15	5	17	70	44	28	482
<b>F</b>	0	0	0	0	0	0	115	124	92	6	0	0	337
<b>Ex</b>	82	51	30	13	0	0	0	0	0	0	0	3	179

Cuadro 6.3.4.2. Balance hídrico según Thornthwaite.

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS  
EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

Podríamos afirmar que nos encontramos ante un clima de tipo mesotérmico, caracterizado por definición por ser un clima con dos estaciones bien definidas; una que va desde Octubre hasta Abril con mayores precipitaciones y otra que va desde Mayo a Septiembre con menor presencia de lluvias.

Considerando la cantidad y número de meses en los que hay superávit o déficit de agua, el índice indicativo alcanza un valor que corresponde a un clima Subhúmedo.

#### 6.4. Edafología

La cantera afectará esencialmente a la unidad de los Litosuelos; esto es a zonas de rocas duras puestas al descubierto como consecuencia de la erosión o bien de suelos poco profundos y pedregosos que permiten el soporte de la vegetación.

El tipo de suelo que se verá afectado no tiene mayor interés agrícola ni ganadero, y forestalmente tiene un valor limitado desde la óptica productiva.

En concreto, la superficie que se verá afectada será de 21 hectáreas, lo que supone el 5,7% de las 370 hectáreas representadas en la zona descrita.

#### 6.5. Paisaje

En este apartado se trata de describir el paisaje como un recurso natural en el que las actividades o distintas acciones efectuadas por los hombres afectan al aspecto perceptible de aquél.

Con el fin de evitar al máximo posible la subjetividad derivada de las apreciaciones de los sentidos, se tratará de efectuar una descripción basada en la agregación de factores físicos del medio físico y rasgos físicos del medio biótico que permita sintetizar de alguna manera las distintas interacciones entre los distintos elementos actuantes, e igualmente, para facilitar la comprensión, se acompañan una serie de fotografías tomadas, a fin de que se pueda observar el paisaje circundante.

Básicamente, puede decirse que la zona es un enclave dentro de una unidad paisajística que se caracterizaría por la existencia de pequeñas sierras aisladas con orientación general Noreste-Suroeste (como la Sierra de Dos Hermanas), en forma de cerros o mogotes de alturas que destacan en la topografía ondulada circundante.

La perceptibilidad de actividades antrópicas desde los corredores visuales (carreteras y caminos fundamentalmente) se ve influenciada notablemente por la

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS  
EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

altitud y orientación en donde se desarrolla la actividad, así como por la topografía ondulada y por la presencia de vegetación arbórea.

En concreto, cuando se entra en el entorno más próximo a la cantera por la carretera de Jerez a Algar, al observador se le ofrece un paisaje bastante natural rodeado de un mosaico de terrenos conformado por zonas cultivadas y zonas de cultivo abandonados en las que, algunas veces, existen árboles distribuidos aleatoriamente, bien aislados o bien formando pequeños rodales.

Conforme a lo señalado al comienzo de este apartado, se acompaña una serie de fotografías tomadas desde distintos puntos. Fotos 1 a 6.

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS  
EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*



Foto 1. Vegetación típica.



Foto 2. Vegetación típica.



*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS  
EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*



Foto 3. Vegetación típica.



Foto 4. Vegetación típica.

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS  
EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*



Foto 5. Vegetación típica.



Foto 6. Vegetación típica.

## 6.6. Fauna

En los cuadros que figuran seguidamente se enumeran una serie de especies animales vertebrados que en base a las características topográficas, de uso actual y de la vegetación, conducen al conocimiento de la riqueza faunística del área.

De las especies que se señalan, unas viven de modo permanente y otras lo hacen estacionalmente a causa de encontrar hábitats adecuados para realizar pasadas en sus migraciones o bien por utilizar el área como cazadero, etc.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
Canidae	Vulpes Vulpes	Zorro
Leporidae	Oryctolagus cuniculus	Conejo
Microtidae	Pytimis duodecimustatus	Topillo
Muridae	Mus musculus	Ratón casero
	Rattus norvegicus	Rata común
	Rattus rattus	Rata campestre
	Sylvaemus sylvaticus	Ratón de campo
Muscardinidae	Elyomis quercinus	Lirón careto
Mustelidae	Meles Meles	Tejón
	Mustela Novalis	Comadreja
	Mustela putorius	Turón
Soricidae	Crocidura russula	Musaraña común
	Suncus etruscus	Musaraña enana
Suidae	Sus scrofa	Jabalí

Cuadro 6.6.1 MAMIFEROS

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS  
EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
Accipitridae	Buteo buteo	Ratonero común
	Circaetus gallicus	Aguila culebrera
	Circus pygargus	Aguilucho Cenizo
	Gyps fulvus	Buitre Leonado
	Hieraetus fasciatus	Aguila perdicera
	Milvus migrans	Milano negro
	Milvus milvus	Milano real
	Neophron pernopterus	Alimoche común
	Pernis apivorus	Halcón ovejero
	Pernis ptilorhynchus	Halcón peregrino
Alaudidae	Alauda arvensis	Alondra Común
	Calandrella cinerea	Terrera Común
	Melanocorypha calandra	Calandria Común
Ardeidae	Bubulcus ibis	Garcilla bueyera
	Ixobrychus minutus	Avetorrillo común
Burhinidae	Burhinus oedi nemus	Alcaraván
Camprimulgidae	Caprimulgus europeaus	Chotacabras gris
Columbidae	Columba palumbus	Paloma torcaz
Corvidae	Corvus monedula	Grajilla
	Cyanopica Cyanus	Rabilargo
	Pica pica	Urraca
	Pica pica	Urraca
Cuculidae	Cuculus canorus	Cuco
	Clamator glandarius	Críalo

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS  
EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

Charadriidae	Vanellus vanellus	Avefría
Emberizidae	Emberiza cia	Escribano montesino
Falconidae	Falco peregrinus	Halcón común
	Falco subbuteo	Alcotán
	Falco tinnunculus	Cernícalo vulgar
Fringillidae	Alcanthis cannabina	Pardillo común
	Carduelis carduelis	Jilguero
	Serinus serinus	Verdecillo
Hirundinidae	Hirundo rustica	Golondrina común
Laniidae	Lanius senator	Alcaudón común
Meropidae	Merops aplaster	Abejaruco común
Motacillidae	Anthus pratensis	Bisbita común
	Motacilla alba	Lavandera blanca
	Motacilla cinerea	Lavanderacascadeña
	Motacilla flava	Lavandera byera
Muscicapidae	Cercotrichas galactotes	Alzacola
	Erithacus rubecula	Petirrojo
	Oenanthe hispánica	Collalba rubia
	Phylloscopus collybita	Mosquitero común
	Sylvia atricapilla	Curruca capitorada
	Sylvia cantillans	Curruca carrasqueña
	Sylvia cunspicillata	Curruca tomillera
	Sylvia hortensis	

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS  
EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

	Sylvia undata	Curruca Mirlona
	Turdus merula	Curruca rabilarga
	Turdus viscivorus	Mirlo común
	Oriolus oriolus	Zorzal Charlo
Oriolidae	Alectoris rufa	Oropéndola
Phasianidae	Coturnix coturnix	Perdiz
	Picus viridis	Codorniz
Picidae	Passer domesticus	Pito real
Ploceidae	Passer hispanoliensis	Gorrión común
	Athene noctua	Gorrión moruno
Strigidae	Bubo bubo	Mochuelo común
	Othus Scops	Buho real
	Strix aluco	Autillo
	Tyto alba	Cárabo
Tytonidae	Upupa epops	Lechuza común
Upupidae		Abubilla

Cuadro 6.6.2 AVES

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS  
EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
Bufonidae	Bufo Bufo	Sapo común
Pelobatidae	Pelobates cultripes	Sapo de espuelas
Salamandridae	Pleurodeles Walt	Gallipato

Cuadro 6.6.3 ANFIBIOS

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
Colubridae	Elaphe scalaris	Culebra de escalera
	Malpolon monspessulanus	Culebra bastarda
Lacertidae	Lacerta hispánica	Lagartija ibérica
	Lacerta lápida	Lagarto ocelado
	Psammmodromus algirus	Lagartija colilarga
	Psammmodromus hispanicus	Lagartija cenicienta
Viperidae	Vipera latasti	Víbora común

Cuadro 6.6.4 REPTILES

### 6.7. Vegetación

Las principales que caracterizan el espacio objeto de descripción son las que se citan en el cuadro 6.7.1. Se mencionan para poder tenerlas en consideración para su posible uso en la fase de restauración de la cantera.

Del conjunto de especies que constituyen la vegetación de dicha zona, cabe citar como más aparentes dentro del estrato arbóreo, arbustivo, y de matorral, las siguientes:

- Acebuche
- Algarrobo
- Sabina negra
- Espino negro
- Lentisco
- Jaguarzo
- Mirto
- Palmito.

Como síntesis visual del tipo de vegetación que resultará afectada y de algunas de las especies vegetales que en la actualidad colonizan la zona, se acompañan las fotografías con números de 7 a 14.

Por otro lado, y a fin de cuantificar el número de pies arbóreos que se eliminarán durante la explotación, se han realizado varias muestras aleatorias que estiman que se tendrán que arrancar del orden de 477 pies por hectárea, lo que supondrá una desaparición de aproximadamente 8.586 pies, de los que un 89% son acebuches, y el resto algarrobos y sabinas negras en proporciones prácticamente iguales.



*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS  
EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*



Foto 7. Panorámica general del tipo de vegetación que será afectada



Foto 8. Detalle de la vegetación que será afectada por la cantera



Foto 9. Vegetación colonizadora de la zona de explotación.



Foto 10. Vegetación colonizadora de la zona de explotación.





Foto 11. Palmito. *Chamerops humilis*.



Foto 12. Espino Negro. *Rhamnus oleoides*.

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS  
EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*



Foto 13. Cornicabra. *Pistacia terebinthus*



Foto 14. Retama. *Lygos sphaerocarpa*.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	33
---------	-------------------	--------------	----

*Isaac Rodríguez García.*

*Ingeniería Técnica Industrial. Química Industrial*

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

Anacardiáceas	Pistacia lentiscos	Lentisco
	Pistacia terebinthus	Cornicabra
Aráceas	Arum italicum	Aro
Aristolochiáceas	Aristolochia baetica	Aristolaquia, Candiles, Farolitos
Caparidáceas	Capparis spinosa	Tapanera, Alcaparro, Alcaparrera
Cistáceas	Cistus albidus	Ardivieja, Jaguarzo
	Cistus crispus	Jaguarzo prieto, Jaguarzo
	Cistus salviifolius	Jaguarzo morisco, Jaguarzo
	Cistus monspeliensis	Jaguarzo negro, Jaguarzo
	Fumana sp.	Sillerilla
Compuestas	Helichrysum sp.	
	Inula viscosa	Altabaca, Matamoscas
	Phagnalon rupestre	Yesquera
	Phagnalon saxatile	Romerillo, Coronilla real
	Staehelina dubia	
Cupresáceas	Juniperus phoenicea	Sabina negra
	Tamus communis	Nueza negra, vid negra, Canduerca
	Arbutus unedo	Madroño
	Quercus rotundifolia	Encina, carrasca, chaparra
	Quercus coccifera	Carrasca, coscoja
	Globularia alypum	Corona de rey
Gramíneas	Avena spp.	
	Brachypodium distachyon	
	Brachypodium retusum	
	Bromus spp.	Bromos
	Dactylis hispánica	Dactilo
	Echinaria capitata	Trigo del diablo
	Festuca spp.	
	Helictotrichón bromoides	Avena bromo
	Hordeum spp.	Cebada, cebadilla
	Hyparrhenia sp.	Cerrillo
	Poa spp.	Poas
	Stipa tensísima	Esparto, atocha
Labiadas	Coridothymus capitatus	Tomillo
	Marrubium sp.	Marrubio
	Micromeria latifolia	
	Phlomis purpurea	Matagallos
	Rosmarinus officinalis	Romero
	Salvia sp.	Salvia
	Satureja sp.	Ajedrea
	Sideritis sp.	Zahareña
	Teucrium lusitani cum	
	Thymus mastichina	Mejorana, Almoradux, Tomillo
	Thymus zygis	Tomillo salsero, Tomillo
Leguminosas	Anagyris foetida	Hediondo, Jediondo
	Anthyllis sp.	

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

	Calicotome villosa	Hérguenés
	Ceratonía silíqua	Algarrobo
	Coronilla sp.	
	Cytisus argenteus	Escobón
	Dorycinium suffruticosum	Socarrillo
	Genista cinerea	Aulaga
	Hedysarum coronarium	Zulla
	Lotus corniculatus	Cuernecillo
	Lygos sphaerocarpa	Retama
	Medicago spp.	Mielgas, alfalfas
	Ulex ericladus	Aulaga morisca
	Ulex scalber	Aulaga vaquera
Liliáceas	Asparagus albus	Esparraguera blanca
	Asphodelus albus	Gamón
	Smilax mauritanica	Zarza morisca, zarzaparrilla
Mirtáceas	Myrtus communis	Arrayán, Mirto, Murta
Oleáceas	Olea europaea var. Sylvestris	Acebuche
Palmáceas	Chamerops humilis	Palmito
Rhamnáceas	Rhamnus oleoides	Espino negro, Espino prieto
Rosáceas	Crataegus monogyna	Majoleto, Espino majuelo
	Rosa sempervirens	Rosal bravío, Rosal silvestre
Rubiáceas	Putoria calabrica	Hedionda
Timeleáceas	Daphne gnidium	Torvisco

Cuadro 6.7.1 ESPECIES VEGETALES

## 6.8. Usos y aprovechamientos

En el área que se está describiendo –zona de transición entre la Campiña y las Sierras Gaditanas- puede observarse la coexistencia de labores intensivas de

35

*Isaac Rodríguez García.*

*Ingeniería Técnica Industrial. Química Industrial*

secano sin arbolado, los pastizales arbolados y no arbolados y las zonas de matorral asociadas con vegetación arbórea de encinas y acebuchales con cubierta muy variable.

Por lo que se refiere a los cultivos herbáceos de regadío cabe indicar que se trata de cultivos anuales de explotación extensiva, siendo los mas empleados la remolacha, trigo y alfalfa con la alternativa base de dos años de remolacha y uno de trigo.

En los terrenos dedicados a labor intensiva en secano, la alternativa más dominante es la de cereal-barbecho siendo la alternativa más común la de cereales como el girasol y remolacha. Aunque no existe una alternativa fija, como generalidad puede indicarse que el esquema es una primera hoja de cereal y la segunda hoja de planta de barbecho.

En los terrenos destinados a labor extensiva con arbolado de encina y acebuche se aprovechan normalmente los pastos y la labor con una periodicidad superior a los tres años.

El aprovechamiento fundamental del olivar es la aceituna para almazara.

En los pastizales con y sin arbolado se aprovechan las especies herbáceas espontáneas mediante el pastoreo con ganado vacuno. El arbolado existente en algunos pastizales no suele ser objeto de aprovechamiento manteniéndose en esencia para asombramiento del ganado, para proporcionar ramón y, si acaso, algunas maderas para hincos.

Por último, en las zonas de matorral con arbolado, el aprovechamiento silvo-pastoral es prácticamente inexistente y de escaso valor.

En relación con lo señalado puede decirse que la zona donde se enclavará la cantera es una zona natural en la que el acebuchal con el matorral asociado y algunos algarrobos que constituye la cubierta vegetal, no tiene prácticamente aprovechamiento alguno, salvo el del ganado cabrío y cinegético.

#### 6.9. Aspectos socioeconómicos

En este apartado se pretende dar una panorámica muy general de los aspectos socioeconómicos que caracterizan la zona de actuación y su entorno más próximo.

En dicho sentido, cabe hacer, respecto a la infraestructura viaria, industrias y actividades extractivas, explotaciones agrarias, población, monumentos histórico-artísticos, valores naturales y culturales y otros aspectos de interés, los siguientes comentarios:

- a) Infraestructura viaria. Respecto a este punto nos remitimos a lo expresado en el epígrafe 3.
- b) Industrias y actividades extractivas. No existen actividades de este tipo en el entorno salvo la actividad sobre la que versa este trabajo. Sin embargo, fuera de dicho entorno existen, aunque lejanas, otras actividades extractivas del tipo que nos ocupa.
- c) Explotaciones agrarias. Se estima que el régimen de tenencia de las tierras es esencialmente en propiedad, aunque también se da el arrendamiento y otros regímenes.
- d) Población. No existen núcleos de población en el área. Tampoco poblados. Las zonas habitadas mas cercanas son el pueblo de San José del Valle situado a siete kilómetros, por carretera, al Suroeste de la zona de actuación, y el núcleo urbano de Algar a quince kilómetros, aproximadamente en el sentido opuesto; esto es, al Noreste.

No obstante lo anterior, existen algunas casas o cortijos aisladas habitadas relativamente próximas a la zona de actuación.

- e) Monumentos histórico-artísticos y valores naturales y culturales. En el área a explotar y en su entorno más inmediato no se dan estos valores en el sentido de estar declarados de alguna manera con los grados de protección existentes.
- f) Otros aspectos de interés. Cabe reseñar el Canal de abastecimiento de los Hurones que, rodeando la Sierra de Dos Hermanas, pasa por la vertiente Noroeste de la misma en el sentido Noroeste- Suroeste.

De otra parte, también será afectada en un tramo de aproximadamente 340 metros, la pista que da acceso a parte de la finca y que es utilizada por cazadores y pastores, entre otros.



## 7. SINTESIS DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN

### 7.1 Método de explotación aplicado y tratamiento del mineral

#### 7.1.1 Descripción del método minero y características generales de diseño

El punto de partida para el diseño de cualquier explotación es la correcta y completa modelización geológica. Tras efectuar el diseño del hueco final a partir del modelo geológico y evaluar las reservas explotables, se pasa a diseñar algunas fases intermedias para, a continuación, definir el método y el sistema de explotación y seleccionar la maquinaria.

El procedimiento para realizar la explotación queda definido por la aplicación de una serie de parámetros o criterios de diseño de la excavación, que permiten alcanzar las producciones programadas, de la forma más económica posible, y en las máximas condiciones de seguridad.

Aunque esta parte no es objeto del proyecto en cuestión, se realizará una breve descripción del método minero para un mejor entendimiento posterior de los impactos que se ocasionarán sobre el medio.

La explotación se realizará a cielo abierto siguiendo un diseño banqueado con pistas de comunicación entre ellos, interiores al hueco de la cantera, para minimizar la visión desde el exterior de las labores de la operación minera.

Este banqueado será descendente, iniciándose en la parte Este de la cantera, de forma que se consiga en su entrada actual la altura de banco que en el diseño se ha considerado segura.

La dureza y competencia de la caliza obligará a realizar su arranque mediante perforación y voladura. La carga se efectuará con pala de ruedas sobre camiones volquetes de tres ejes, que transportarán el mineral hasta la planta de trituración.

De acuerdo con las dimensiones y capacidades de la maquinaria seleccionada se definen a continuación los criterios específicos que tienen una mayor entidad dentro de la explotación proyectada.

a) Altura de banco

Se ha fijado una altura de banco de 10 m, acorde con las características de las unidades de arranque y carga seleccionadas. Esta dimensión puede calificarse como segura y fácil de dominar por los operadores desde sus máquinas, sin necesidad de otras labores de saneo arriesgadas.

Además es una dimensión que, por una parte, permite fácilmente acometer los trabajos de restauración, y por otra, controlar la dilución del mineral y efectuar un arranque selectivo de éste.

b) Talud de cara de banco

Se ha considerado un ángulo de 70° con la horizontal por ser adecuado no sólo desde el punto de vista de estabilidad de taludes, sino también en lo que a voladuras se refiere, ya que entre otras cosas se mejora el arranque y la fragmentación. Así pues, se considerará que la perforación de los barrenos es inclinada con ese mismo ángulo.

c) Talud de trabajo

Se entiende por talud de trabajo el definido por el plano teórico que une los pies de los diferentes bancos durante la etapa de explotación.

La necesidad operativa de disponer de bancos con cierta amplitud obliga a fijar un talud mínimo de trabajo de 3:1, es decir de 18,4°, lo que supone una anchura mínima de 26,4m, suficiente para que la maquinaria seleccionada realice su trabajo de una forma ágil y segura. Véase figura 7.1.1.

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

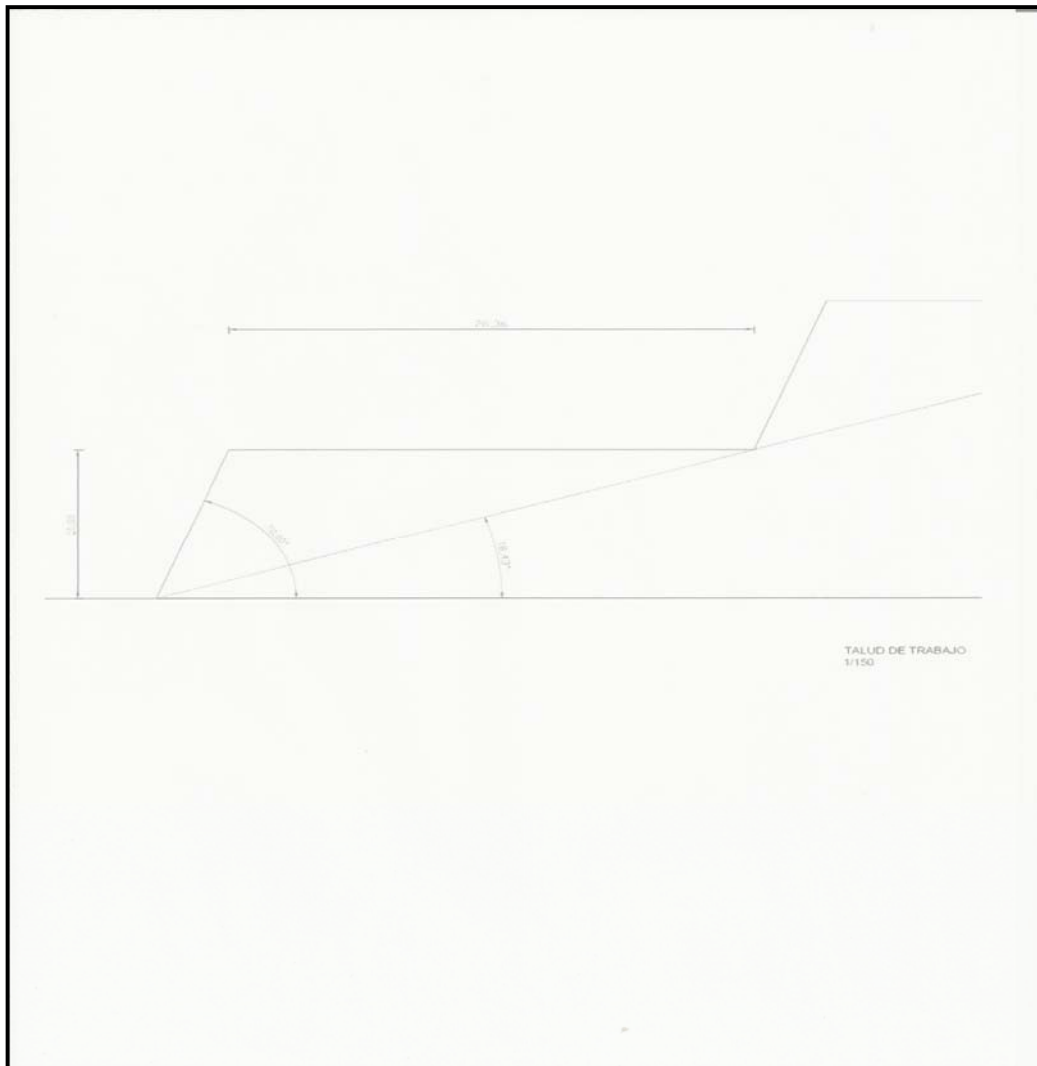


Figura 7.1.1. Talud de Trabajo.

d) Talud final

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS  
EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

Dada la disposición estructural y la competencia de todos los materiales que constituyen el yacimiento, se ha establecido un talud fina para todo el perímetro de la cantera de 40°, que aunque resulte estable, no conviene hacerlo más pendiente con vistas a la restauración final.

El talud final considerado, para la altura y ángulo de cara de los bancos que se han definido anteriormente, supone una anchura de las bermas finales de 8,28 m, dimensión suficiente para acometer con una máquina las correcciones que pudieran considerarse necesarias.

e) Número de bancos

En líneas generales, para una operación minera de las características de la planteada, el número mínimo de bancos en explotación debe ser de tres, definidos de la siguiente forma:

- Uno en preparación y apertura
- Uno en operación
- Uno en terminación

Ahora bien, en este caso particular, en el que se va a trabajar con pistas interiores al hueco, ese número será superior para mantener esas pistas temporales el mayor tiempo posible. Por otra parte, esta situación permitirá acceder simultáneamente a diferentes tajos con distintas calidades de mineral según sean las necesidades de producción.

f) Anchura de pistas

Las dimensiones de las pistas que permiten el cruce o adelantamiento de los camiones que van a realizar el transporte y que además mantienen las

separaciones de seguridad y zonas de drenaje, pueden definirse a partir de la fórmula:

$$A = a (0,5 + 1,5n)$$

Donde:

A= Anchura total de la pista en metros

a= Anchura del camión en metros

n= Número de vías o carriles

Para los camiones de tres ejes considerados, con una anchura de 2,50m, y dos vías, una de ida y otra de vuelta, resulta:

$$A = 9m.$$

Esta anchura será la mínima de todas las rampas y pistas interiores temporales y de aquellos tramos fijos de conexión con la instalación de continuación.

#### g) Pendiente de pistas

Aunque los camiones seleccionados para realizar el transporte están capacitados para remontar pendientes superiores al 15%, se ha tomado como pendiente máxima el 8%, que es la habitual en operaciones mineras a cielo abierto por cuestiones económicas y de rendimientos; sin embargo este parámetro podrá ser aumentado hasta un 10% en aquellos tramos en los que únicamente el camión cargado va a circular en sentido descendente.

#### 7.1.2 Maquinaria prevista

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

El ritmo de producción planificado en la cantera es de 150.000 ton/año de árido, para suministrar a la fábrica de cemento situada en Jerez de la Frontera. Para ello se tiene previsto utilizar el siguiente tipo de maquinaria.

-Arranque

Se establece que todo el volumen de material debe arrancarse por el método de perforación y voladura, y se prevé una producción horaria de 239 t/h.

-Carga

Una vez fragmentado el material, la carga se realizará con palas cargadoras, considerándose el medio mas adecuado por las cuestiones de maniobrabilidad, versatilidad y movilidad.

-Transporte

Como unidades de transporte se ha pensado, en camiones volquetes de tres ejes, aptos para circular por carretera de forma que además puedan ser empleados en el transporte del producto final triturado hasta la planta de cemento, después de terminar su trabajo en la cantera.

El número de camiones necesarios se calcula tomando como tiempos fijos de carga (6,3 min) y el de basculado y maniobras que se estima en 1,5 min. El tiempo variable que hay que añadir a los anteriores es el correspondiente al empleado en recorrer el itinerario comprendido entre los puntos de carga y de descarga en ambos sentidos, teniendo en cuenta que un camión no puede superar 9 horas de conducción por ley .

-Equipos auxiliares

Por el tipo de material y la ubicación climática de la cantera está previsto disponer de una cisterna para riego que evite la fuerte emisión de polvo, fundamentalmente en la época seca.

Esta cisterna y un vehículo todo terreno largo, para mantenimiento y supervisión, serían las únicas unidades auxiliares fijas en la obra.

### 7.1.3 Tratamiento del mineral

La caliza que sale hacia la fábrica de cemento recibe una pequeña preparación en la misma cantera, consistente en una trituración en dos etapas para conseguir un tamaño máximo de 40 mm requerido en la expedición.

En la figura 7.1.3.1 se representa un esquema de esta planta de preparación mecánica cuya descripción es la siguiente:

La instalación empieza en una tolva (1), de unos 25m<sup>3</sup> de capacidad, receptora del material procedente de la cantera.

Desde ella, a través de un alimentador precribador vibrante (2), se alimenta a la machacadora primaria (3), máquina de simple efecto para bloques de hasta 1m<sup>3</sup>, que realiza una conminución hasta 200mm.

Este material, junto con el procedente del precibado, es recogido por una cinta (4) de 600mm de ancho y 36 m de largo que lo transporta a un silo o tolva de gruesos de 40 m<sup>3</sup> de capacidad.

Mediante un alimentador (6), se pasa a la trituración secundaria que se realiza con un molino de impactos (7) para conseguir el tamaño máximo de 40 mm deseado. Esta salida es recogida por una banda fija (8) que lo entrega a una móvil (9) acopiadora de ese producto final terminado.

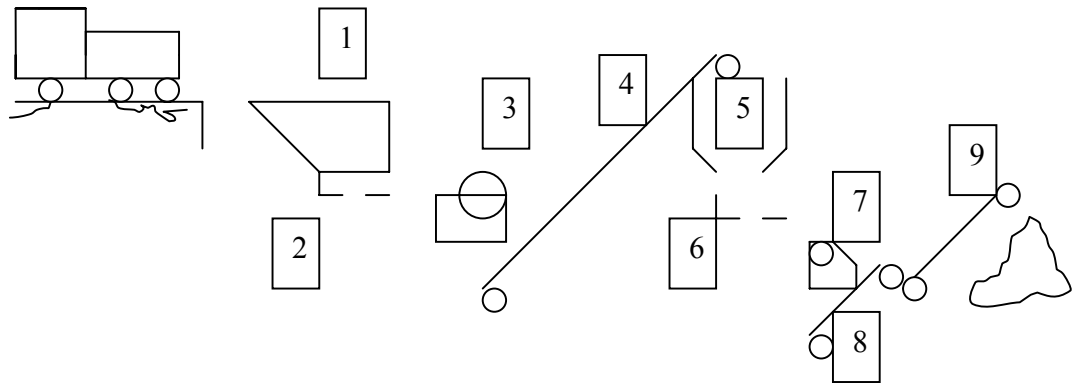


Figura 7.1.3.1. Esquema de la planta de tratamiento del mineral.

## 7.2. Diseño del hueco final reservas explotables.

El hueco final diseñado a partir del modelo geológico e inventario mineral tiene unas dimensiones aproximadas de 520 m de largo por 400m de ancho, con unos desniveles proyectados de unos 30m en la zona oeste más superficial y de unos 60m en la zona Este más profunda.

En el extremo Oeste se sacrifica una parte del mineral con el fin de utilizarlo como pantalla visual natural.

Con el ritmo de extracción actualmente previsible, esto es de 1.087.500 t/año, la vida operativa de la cantera comprende un periodo de 20 años. Junto con el mineral se extraerán 1,2 Mt de margas y materiales margo-calizos que se considerarán estériles y se aprovecharán en el remodelado de los taludes. Igualmente se utilizarán las arcillas separadas durante el cribado en las plantas de tratamiento.

### 7.3 Planificación por fases y dirección de avance



Se han proyectado dos fases intermedias que permiten cuantificar la superficie afectada en cada una de ellas y establecer la situación espacial aproximada en diferentes periodos.

La dirección de avance propuesta es de Oeste a Este. Conforme la explotación avance en dirección Este, la altura del talud de trabajo aumentará hasta que llegue a estar constituida por seis bancos. Las dimensiones de los huecos para cada una de las fases se considera que son las adecuadas para poder llevar la explotación bien planificada y reconocida, al mismo tiempo que las condiciones son las óptimas para responder frente a un incremento de la producción necesaria, o a la exigencia del mercado en cuanto a mezclas de diferentes productos.

Los fondos de la cantera se han diseñado con una pendiente mínima del 1% para garantizar el drenaje de los mismos. (Vease PLANO 16. FASES)

#### 7.4 Criterios de modelado geométrico para la implantación de la vegetación e integración en el paisaje

La configuración final del terreno afectado por cualquier explotación minera depende de tres tipos de factores: topográficos, ecológicos, y económicos.

El equilibrio entre todos ellos marcará la solución óptima, pues permitirá alcanzar los siguientes objetivos básicos:

- Una geometría final estable con control de las aguas superficiales.
- Una mayor integración en el entorno del paisaje del entorno al implantarse la vegetación, así como una protección mas eficiente frente a los procesos erosivos.
- Una operación minera rentable y una restauración económica factible.

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

Es de destacarse que los usos del suelo previstos para una zona condicionan el diseño de formas e indirectamente la evolución de los suelos y el establecimiento de la vegetación.

Todos esos condicionantes obligan a considerar el modelado del terreno integrado en la planificación global de la restauración (incluso en sus etapas iniciales) y conviene que se realice simultáneamente con la explotación, como sucede con el presente proyecto, con el fin de que resulte viable técnicamente y con el menor coste posible.

En el caso que nos ocupa se han conjugado todos los factores reseñados, concretándose en los siguientes criterios específicos:

-El diseño de la explotación es tal que la superficie afectada en cada momento de la vida operativa de la cantera es la menor posible, para que la alteración ambiental sea mínima, pero suficiente para garantizar la producción prevista.

-La escasa tierra vegetal y materiales de cobertura existentes en áreas vírgenes se retirará y apilará selectivamente para su aprovechamiento posterior en la recuperación de los terrenos, al mismo tiempo que se utilizan tales acopios como pequeñas pantallas visuales.

-El fondo del hueco producido se dejará con una pendiente suave para evitar la erosión hídrica y facilitar el establecimiento de la vegetación.

-El drenaje y desague del agua de precipitación directa y escorrentía se realiza por gravedad.

-Las pistas de enlaces entre bancos se reducirán en número y longitud, practicándose dentro del hueco general, con el fin de mitigar el impacto visual que producen, así como otras alteraciones como son la contaminación del aire por el polvo, el ruido, etc...

-La secuencia de extracción permite alcanzar la situación final en algunos taludes laterales para proceder a su revegetación mediante el extendido de la tierra vegetal o escombros del descabezamiento de los bancos sobre las bermas finales.

-La geometría final que se propugna, es la que dentro de un orden lógico posibilita con un reducido arranque y movimiento de materiales, eliminar parcialmente las formas rectilíneas y artificiales de la explotación, adaptándose mejor a las formas naturales del entorno.

La recuperación de los primeros terrenos que lleguen a su situación final, constituirán unas buenas experiencias piloto par comprobar el comportamiento de las especies vegetales y tratamientos elegidos, al tiempo que servirán de escaparate de la política medio-ambiental seguida por la EMPRESA.

## 8. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDO POR LAS EXPLOTACIONES MINERAS

### 8.1 Generalidades

Las actividades humanas producen sobre el medio ambiente natural una serie de perturbaciones que genéricamente se denominan “impactos”, y que son muchas veces de carácter negativo; esto es, las actividades producen en su mayor parte un deterioro del medio ambiente, aunque con frecuencia van acompañados de otros efectos positivos que también hay que valorar.

A raíz de la Revolución Industrial, el desarrollo de cualquier proyecto originaba un importante conjunto de alteraciones, ya que se procedía siguiendo una planificación que se basaba exclusivamente en criterios económicos, tecnológicos e incluso políticos, sin tener en cuenta los problemas ligados a la calidad ambiental.

Pero a raíz de los años 70, en todos los países desarrollados se ha ido produciendo un incremento de la “conciencia ecológica” que ha originado, con mayor o menor intensidad, disposiciones y metodologías dirigidas a la conservación del medio natural.

En el caso de las actividades mineras a cielo abierto, éstas provocan un deterioro y destrucción de los suelos, cubierta vegetal, fauna ligada a ésta y alteraciones en el paisaje.

En la actualidad, la legislación vigente obliga a llevar a cabo labores propias de restauración de los terrenos, bien para intentar recuperar las condiciones originales, lo cual es prácticamente imposible en la mayoría de los casos, bien para integrar en el medio las áreas afectadas o incluso para darle a los terrenos un uso distinto al que tenían primitivamente.

Por todo ello, es necesario realizar un Proyecto de Restauración sobre la base de un diseño racional de la explotación que permita recuperar el valor o aprovechamiento de los terrenos y minimizar las alteraciones ambientales.

## 8.2 Identificación y caracterización de impactos.

Tal como se ha indicado en epígrafes anteriores, toda actividad humana provoca, en mayor o menor medida, efectos o alteraciones, positivas o negativas, que se denominan impactos sobre los distintos elementos, caracteres o rasgos que definen un medio.

Las actividades mineras son, entre otras muchas, generadoras de impactos, en su mayor parte negativos, pero que pueden minimizarse mediante la adopción de medidas correctoras.

En este epígrafe se identifican y caracterizan los impactos que generan las diversas acciones u operaciones previstas en el proyecto de explotación.

Las actuaciones que caracterizan la actividad minera que nos ocupa puede sintetizarse en las siguientes:

- El movimiento de los materiales a extraer se realizará mediante la práctica de voladuras; esto es, se requiere la utilización de explosivos.

- El material fragmentado se cargará mediante pala de ruedas sobre camiones convencionales de tres ejes.

- El mineral se someterá en una planta de preparación mecánica a dos etapas de conminución hasta alcanzar la granulometría adecuada.

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

-El transporte de mineral se realizará por medio de camiones que circularán por el interior de la propiedad, desde la cantera a la planta, y por la carretera local de Algar a Jerez de la Frontera desde la citada planta.

-El tipo de explotación es de los que casi no producen estériles, ya que se aprovecha la mayor parte de los materiales que se extraen en la explotación. Los rechazos que se obtengan se emplearán en los trabajos de remodelado y restauración.

Basándose en lo señalado, las principales acciones y operaciones que se desarrollarán son las siguientes:

- Obras infraestructurales.
- Arranque y carga del mineral.
- Preparación mecánica del mineral.
- Transporte del mineral a la fábrica.
- Tráfico de maquinaria.
- Mantenimiento de maquinaria.
- Modificaciones fisiográficas.

Se ha de tener en cuenta el entorno geográfico donde se enclava la explotación está fuertemente modificado por actividades agrarias, por lo que, desde la óptica natural, el medio se encuentra ya alterado.

Con el fin de identificar y caracterizar los impactos que las distintas acciones y operaciones señaladas pueden producir sobre los elementos, características y procesos del medio físico, se utilizará un sistema matricial; es decir, un método que de forma comprensible proporcione una visión de qué elemento, característica o proceso ambiental es susceptible de ser impactado por la acción u operación que se desarrolle y que características tiene dicho impacto.

Hay que señalar que dado el carácter simple de la actividad minera que desarrollará el marcado carácter temporal de las operaciones y acciones productoras de efectos, éstas se han agrupado en las matrices indicadas de la siguiente forma:

- A) OBRAS INFRAESTRUCTURALES
- B) ARRANQUE Y CARGA DEL MINERAL
- C) PREPARACIÓN MECÁNICA DEL MINERAL
- D) TRANSPORTE DEL MINERAL Y TRAFICO DE MAQUINARIA
- E) MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA
- F) MODIFICACIONES FISIOGRAFICAS

En base a la descripción del medio, se estima que los factores ambientales susceptibles de ser impactados pueden agruparse en los grandes grupos que se indican a continuación:

- Atmósfera (Composición, ruido)
- Agua (Superficial)
- Suelos (Características edáficas, usos)
- Vegetación (Especies y comunidades)
- Fauna (Especies y poblaciones)
- Procesos ecológicos (Cadenas y redes tróficas)
- Procesos geofísicos (Erosión, sedimentación)
- Paisaje (Características visuales)
- Ámbito sociocultural (Valores culturales-naturales, caracteres socioeconómicos).

#### 8.2.1 Identificación de impactos

Conforme al sistema propuesto se ha confeccionado el cuadro 8.2.1. o matriz de identificación de impactos en la que el eje horizontal refleja las acciones y operaciones de las actividades extractivas que se analizan, y el eje vertical señala los distintos elementos, características y procesos ambientales susceptibles de ser afectados.

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS  
EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

En dicha matriz, cada casilla señalada con una “X” identifica el elemento, característica o proceso ambiental del medio que es afectado por la acción u operación que se cruza en ella. Es obvio que la aparición de casillas en blanco obedece a la inexistencia o mínima significación de impacto.

8.2.2 Caracterización de impactos

Identificados los elementos del medio susceptibles de ser alterados, se procede a continuación a la caracterización de los impactos que producen las acciones correspondientes. Para ello se seguirán criterios análogos a los preconizados por el Instituto Tecnológico y Geominero de España.

PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS  
EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)

		Elementos susceptibles									
<u>Acciones productoras de impacto</u>	<u>Principales operaciones.</u>	ATMÓSFERA		AGUA		SUELOS		VEGETACIÓN	FAUNA	P.ECOLÓGICOS	P.GEOFÍSICOS
		Composición de la atmósfera	Nivel de ruidos	Agua superficial	Agua Subterránea	Características edáficas	Usos del suelo	Especies vegetales	Especies animales	Cadenas y redes tróficas	Inundación
1.Exploración e investigación											
2.Infraestructura	2.1 Construcción de edificios						X	X	X		
	2.2 Nuevos viales y conducciones	X	X	X			X	X	X		
	2.3. Desagues y drenajes										
3.Operación	3.1 Perforación	X	X								
	3.2 Voladura	X	X						X		
	3.3 Arranque y carga	X	X								
	3.4 Transporte y tráfico de maquinaria	X	X	X				X	X		
	3.5 Mantenimiento			X							
	3.6 Tratamiento de minerales	X	X			X	X	X	X		
4.Modificaciones fisiográficas	4.1 Creación de huecos			X		X	X	X			
	4.2 Vertido de estériles. Escombreras y balsas										

Cuadro 8.2.1. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS



- a) Carácter genérico del impacto que señala si se trata de un impacto beneficioso (impacto positivo) o si tiene carácter adverso (impacto negativo), respecto al estado previo de la acción en ambos casos.
- b) Forma de producirse el impacto que trata de señalar si el efecto derivado de la acción es directo o indirecto.
- c) Sinergia del impacto o existencia o no de acumulación de efectos
- d) Características del impacto o si el efecto es limitado en el tiempo (impacto temporal o si el efecto tiene una continuidad acusada aunque existan algunas intermitencias (impacto permanente).
- e) Extensión del impacto que refleja si el efecto se aprecia en un punto, línea o pequeña superficie (impacto localizado) o si el efecto se hace notar en una superficie extensa (impacto extensivo).
- f) Localización del impacto para indicar si el efecto se manifiesta en el entorno más próximo a donde tiene lugar la acción (impacto próximo a la fuente) o, si por el contrario, se aprecia en lugares alejados (impacto alejado de la fuente).
- g) Reversibilidad o no del efecto en la medida de que si los procesos naturales por sí solos, si cesara la acción, son capaces de restablecer las condiciones iniciales en poco tiempo (impacto reversible) o si por el contrario precisan un dilatado lapsus o no para restablecer dichas condiciones (impacto irreversible).
- h) Recuperabilidad o no de las condiciones iniciales, o unas parecidas, mediante la adopción de medidas correctoras que amortiguen o anulen el efecto.

Haciendo la necesaria abstracción de que el área no estuviera aún alterada por la actividad extractiva, de acuerdo con los criterios expuestos, se han construido seis matrices, una para cada una de las acciones y operaciones que conforman las columnas del cuadro 6.2.1 en las que aparecen “X”, que constituyen el primer bloque de las matrices que se utilizan para dictaminar y valorar el impacto en el epígrafe 6.3. Cuadros 6.3.1 y 6.3.6

Con respecto a las matrices de caracterización es preciso hacer los siguientes comentarios:

-Impactos sobre la atmósfera

Las labores de explotación de la cantera no pueden calificarse como generadoras de contaminación atmosférica grave en el sentido amplio de la palabra. Lo que es obvio, es la aparición de una ligera contaminación derivada de la emisión de gases y, fundamentalmente de la producción de polvo que se originará durante el arranque y carga del mineral, la circulación de los vehículos de transporte y movimiento de la maquinaria, así como de la preparación mecánica del mineral.

A pesar de todo, la contaminación por el polvo tiene una significativa temporabilidad como consecuencia de las acciones citadas, y también por la acción del viento sobre las superficies desnudas y aún sin revegetar.

Por otro lado, y con el mismo carácter transitorio, hay que mencionar la contaminación sónica que se pone de manifiesto con el incremento del nivel de ruido durante la ejecución de las voladuras y operaciones señaladas anteriormente.

La no existencia de núcleos de población próximos, salvo un par de cortijos, hace que esta última alteración sea despreciable, máxime cuando existe circulación de vehículos en las proximidades de uno de esos cortijos.

-Impactos sobre el agua

Las características hidrográficas de la zona a explotar hacen que las alteraciones sobre las aguas superficiales y subterráneas sean poco importantes, puesto que las aguas freáticas no afectan al suelo.

Si se produjera alguna alteración dentro del área de explotación, sería una contaminación del agua superficial, cuando ésta circulara por las pequeñas vaguadas existentes. La contaminación sería fundamentalmente de carácter físico debido al contenido de elementos finos en suspensión, consecuencia no solo de polvo que se hubiere depositado en los álveos, sino también por el hecho de que

en su escorrentía superficial arrastraría más elementos del terreno, al encontrarse éste desnudo de vegetación.

También podría producirse una cierta contaminación de las aguas subterráneas por la presencia de aceites residuales procedentes de las operaciones de mantenimiento de la maquinaria, si éstas no se realizaran en lugares adecuados.

Por otro lado, la modificación fisiográfica que conllevará la actividad, provocará la alteración del drenaje superficial al incidir sobre parte de la red hidrográfica de la zona de actuación, lo que inducirá, a su vez, una alteración de los procesos erosivos.

En resumen, los impactos sobre el agua superficial de la zona de explotación serán de carácter temporal y localizados a excepción del producido por la modificación fisiográfica que se considera permanentemente y extensivo, pero controlable.

#### -Impactos sobre el suelo

El suelo es uno de los elementos del medio que resulta más alterado por el conjunto de las distintas operaciones de la actividad extractiva, ya que como es sabido constituye el soporte de los aprovechamientos de tipo agrario y forestal, base para el crecimiento de la vegetación natural y fauna asociada, así como la protección de los recursos explotables desde la óptica minera. Teniendo en cuenta los factores ambientales señalados, éste apartado sólo se refiere al suelo desde un punto de vista edafológico y como soporte de usos o aprovechamientos de tipo agropecuario. Ello, sin perjuicio de que su alteración induzca efectos en los demás factores, que, por otro lado, también se consideran, pero de forma independiente, en función del desglose efectuado.

Toda actividad del tipo del que se analiza conlleva la eliminación de la parte más o menos fértil de los materiales de cobertura en los terrenos donde se actúa, si no se procede previamente a la retirada y apilamiento de estas capas superficiales.

Además, el suelo resultante tras el cese de la actividad presentará características físicas y químicas diferentes a las iniciales, quedando al final un suelo esquelético en el que los procesos de edafización y meteorización se desarrollan con extremada lentitud, siendo preciso utilizar las tierras apiladas y la

utilización de otros materiales como enmiendas, fertilizantes, etc..., con vistas a la revegetación.

Por otro lado, la construcción de los accesos supone una ocupación del suelo; el tráfico de maquinaria provoca una mayor compactación, que se añade a la producida por la acción de la lluvia al incidir esta sobre el suelo desnudo; las operaciones de mantenimiento de la maquinaria pueden provocar, si no se toman los cuidados oportunos, la contaminación del suelo si sobre él se vierten los productos procedentes de ellas, las modificaciones fisiográficas suponen limitaciones a algunos usos futuros al alterarse las pendientes; y el polvo producido en las distintas operaciones puede inducir efectos edáficos negativos en los alrededores de la zona donde se desarrolla la actividad.

Los impactos, pues, según la acción productora y el factor ambiental considerado tienen caracteres de temporabilidad, permanencia y en su mayoría son irreversibles, pero recuperables como puede observarse en las distintas matrices al implantar medidas correctoras.

#### -Impactos sobre la vegetación, fauna y procesos ecológicos

La vegetación natural existente antes de la actuación extractiva será eliminada en parte de la superficie por las labores mineras, lo que supone un impacto permanente y extensivo sobre las comunidades vegetales instaladas; en especial, este impacto es producido por la apertura de accesos, instalación de la planta de trituración y las modificaciones fisiográficas por la creación del hueco. Estas últimas, junto con las modificaciones edáficas conllevan una alteración del hábitat que dificulta la resistencia de la vegetación natural primitiva.

Además, la vegetación que persiste podría ser afectada por el polvo que se deposita en las hojas de las plantas, en especial durante el arranque, el transporte y preparación del mineral y por el tráfico de maquinaria, si no se dispone de riego en los viales existentes en tiempo seco y de otros sistemas de prevención.

En lo relativo a la fauna, como se encuentra ligada a la vegetación y formas del terreno, las alteraciones en estos elementos inducen en ella efectos de cambios en las pautas de comportamiento de los animales, que se traducen en su migración a otras zonas, o bien en emigraciones temporales mientras persiste la actividad extractiva, por lo que pueden producirse impactos temporales y reversibles, en general.

La vegetación y la fauna, al estar ligadas, es evidente que las cadenas y redes tróficas también son afectadas, alteración que puede ser mas significativa por las modificaciones fisiográficas, pero que con el cese de la actividad y la reimplantación de una vegetación estable y efectiva retornará la vida silvestre a la zona alterada.

#### -Impacto sobre los procesos geofísicos

Además de los procesos geofísicos de erosión y sedimentación en los que pueden inducirse efectos directos derivados de las citadas modificaciones fisiográficas, la principal alteración, íntimamente relacionada con el arranque, será la sismicidad o vibraciones terrestres generadas por la detonación de los explosivos dentro de los barrenos perforados en los macizos rocosos.

Los primeros efectos citados serán temporales o permanentes, normalmente extensivos y de naturaleza irreversible; mientras que las perturbaciones sísmicas serán temporales y localizadas en el entorno más próximo a donde tienen lugar las voladuras.

#### -Impactos en el paisaje.

Los impactos sobre este elemento del medio proceden de los cambios que se producen en la superficie del terreno por las modificaciones fisiográficas y la construcción de los accesos e instalaciones que alteran el valor perceptual de la zona de actuación y su entorno en detrimento de la calidad paisajística, afectando de una manera negativa y permanente las características visuales, si no se toman las medidas adecuadas. La calidad paisajística es minorada igualmente y de forma temporal durante el transporte y el desplazamiento de la maquinaria, por lo que tiene de artificial y por ser una operación generadora de polvo.

Dadas las características topográficas del área y los criterios seguidos en el diseño geométrico de la cantera, el impacto visual será localizado y en cierta medida recuperable.

-Impactos en el ámbito socio-cultural

En la zona objeto de estudio no existe ningún monumento histórico artístico o enclave con valores naturales y culturales declarado que puedan verse afectados por el proyecto de explotación.

El acceso a la cantera se efectúa desde la carretera local CA-5030 que va desde Jerez a la Estación de Cortes a través de una pista cuyo enlace con la anterior se ha diseñado adecuadamente para que no implique ningún riesgo de accidentes. Asimismo, se señalizará de forma adecuada para advertir de la circulación de camiones.

En el ámbito socio-económico se puede afirmar que los impactos producidos son netamente positivos, pues el número de empleos directos como consecuencia de la cantera y planta de tratamiento será de unos 15 y el de indirectos, difícil de cuantificar, del orden de 10. Estos últimos procedentes de actividades tan dispares como son el transporte del mineral hasta la fábrica de cemento de Jerez, talleres de mantenimiento, manutención de los operadores, consumo de energía eléctrica generada en Andalucía, etc...

Además, por la localización de la explotación, ésta podrá abastecer de otros productos, como áridos o incluso hormigón, a centros de consumo próximos a la misma.

De los comentarios efectuados se deduce que dadas las interrelaciones entre los distintos elementos y rasgos del medio e, igualmente, entre las acciones que conlleva la actividad extractiva que nos ocupa, en la confección de las matrices se ha tenido en cuenta la posible duplicación de los efectos; esto es, se ha evitado contemplar doblemente los impactos.

8.3. Evaluación de los efectos previsibles.

Una vez identificados y caracterizados los impactos ambientales susceptibles de originarse en la futura explotación que se llevará a cabo en Sierra de Dos Hermanas, en este apartado se tratará del dictamen y valoración de forma cualitativa y de conformidad con criterios análogos a los preconizados por el ITGE y recogidos en el Reglamento

En este sentido, en las matrices 8.3.1. a 8.3.6 en las columnas correspondientes a “Dictamen” y “Valoración” se indican mediante una “X” en las casillas correspondientes lo siguiente:

A) Dictamen

- 1) La probabilidad de ocurrencia del efecto que explica el riesgo de aparición del mismo de acuerdo con la escala Alto (A), Medio (M) y Bajo (B).
- 2) Indicación de si el impacto afecta o no a recursos protegidos, entendiendo como monumentos histórico-artísticos, espacios naturales protegidos, especies animales y vegetales protegidas, vías pecuarias, aguas de abastecimiento, etc...
- 3) Indicación de la conveniencia, necesidad o no de adoptar medidas correctoras que anulen, minoren o eviten el impacto causado por la acción analizada.

B) Valoración

Indicación cualitativa que refleja el valor del impacto originado por la acción según la escala que se refleja seguidamente:

1. Compatible.
2. Moderado.
3. Severo.
4. Crítico.

El impacto se considera “Compatible” cuando se trata de un efecto de poca entidad al recuperarse de forma inmediata de las condiciones iniciales sin que se precise necesariamente la adopción de medidas correctoras, aunque pueden tomarse algunas.

El impacto se considera “Moderado” cuando para recuperar las condiciones iniciales se requiere el transcurso de un cierto tiempo sin necesidad de recurrir a medidas correctoras que, no obstante, si se tomasen, coadyuvarían a la aceleración del proceso de amortiguación del impacto.

El impacto se considera “Severo” cuando la magnitud del efecto es lo suficientemente amplia, sin llegar a una situación crítica o de umbral inadmisibles, que requiere la adopción de medidas correctoras para amortiguar el efecto en un plazo dilatado.

El impacto se considera “Crítico” cuando el efecto supera el umbral aceptable; esto es, cuando la acción produce una pérdida permanente de las condiciones iniciales que, por otra parte, son difíciles o imposibles de recuperar, incluso con la adopción de medidas correctoras que tendrán que tomarse para minimizar en lo posible los efectos.

Del análisis del conjunto de acciones de la actividad extractiva que se ha efectuado mediante las seis matrices indicadas, se desprende que los impactos negativos de magnitud crítica se producen sobre los suelos y la revegetación; de magnitud severa sobre la morfología y paisaje y de magnitud moderada a compatible sobre el resto de los elementos considerados como más significativos.

En lo referente al impacto positivo que supone la actividad a desarrollar sobre los caracteres socioeconómicos se estima que es de magnitud moderada y que se concreta en la creación de nuevos puestos de trabajo y mantenimiento de los ya existentes en la empresa y de los que indirectamente dependen y dependerán de ella en un futuro.



**PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)**

	Elementos, características y procesos ambientales susceptibles														
	ATMÓSFERA		AGUA		SUELOS		VEGETACIÓN	FAUNA	P.ECOLÓGICO	P.GEOFÍSICOS					PAISAJE
Características de los impactos.	Composición de la atmósfera	Nivel de ruidos	Agua superficial	Agua Subterránea	Características edáficas	Usos del suelo	Especies vegetales	Especies animales	Cadenas y redes tróficas	Inundación	Erosión	Sedimentación	Inestabilidad	Vibraciones	Interacciones en el paisaje
BENEFICIOSO															
ADVERSO	X	X	X			X	X	X			X	X	X		X
INDIRECTO															
DIRECTO	X	X	X			X	X	X			X	X	X		X
SINERGIA O ACUMULACIÓN (SI)	X														
SINERGIA O ACUMULACIÓN (NO)			X			X	X	X			X	X	X		X
TEMPORAL	X	X	X			X		X					X		
PERMANENTE							X				X	X			X
LOCALIZADO	X	X	X			X	X	X					X		
EXTENSIVO											X	X			X
PROXIMO A LA FUENTE	X	X	X			X	X	X			X	X	X		
ALEJADO DE LA FUENTE															X
REVERSIBLE	X	X						X					X		
IRREVERSIBLE			X			X	X				X	X			X
RECUPERABLE	X	X	X			X	X	X			X	X	X		X
IRRECUPERABLE															
Dictamen															
Medidas Correctoras (SI)	X		X			X	X				X	X	X		X
Medidas Correctoras (NO)		X						X							
Probabilidad de Ocurrencia (A)	X	X	X			X	X	X			X	X			X
Probabilidad de Ocurrencia (M)															
Probabilidad de Ocurrencia (D)													X		
Afecta a recursos protegidos? SI								X							
Afecta a recursos protegidos? NO	X	X	X			X	X				X	X	X		X
Valoración (Magnitud)															
Compatible	X	X											X		
Moderado			X				X	X			X	X			
Severo						X									X
Crítico															
Ausencia de Impactos Significativos															

8.3.1 ACCIÓN PRODUCTORA DE IMPACTOS ANALIZADA: OBRAS INFRAESTRUCTURALES

**PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)**

	Elementos, características y procesos ambientales susceptibles													
	ATMÓSFERA		AGUA		SUELOS		VEGETACIÓN	FAUNA	P.ECOLÓGICOS	P.GEOFÍSICOS				PAISAJE
Características de los impactos.	Composición de la atmósfera	Nivel de ruidos	Agua superficial	Agua Subterránea	Características edáficas	Usos del suelo	Especies vegetales	Especies animales	Cadenas y redes tróficas	Inundación	Erosión	Sedimentación	Inestabilidad	Vibraciones y comunicaciones en el paisaje
BENEFICIOSO														
ADVERSO	X	X										X		X
INDIRECTO														
DIRECTO	X	X										X		X
SINERGIA O ACUMULACIÓN (SI)	X													
SINERGIA O ACUMULACIÓN (NO)		X										X		X
TEMPORAL	X	X										X		X
PERMANENTE	X	X												
LOCALIZADO														
EXTENSIVO												X		X
PROXIMO A LA FUENTE	X	X										X		X
ALEJADO DE LA FUENTE														
REVERSIBLE	X	X										X		X
IRREVERSIBLE														
RECUPERABLE	X	X										X		X
IRRECUPERABLE														
<b>Dictamen</b>														
Medidas Correctoras (SI)	X											X		X
Medidas Correctoras (NO)														
Probabilidad de Ocurrencia (A)												X		X
Probabilidad de Ocurrencia (M)														
Probabilidad de Ocurrencia (D)														
Afecta a recursos protegidos? SI														
Afecta a recursos protegidos? NO	X	X										X		X
<b>Valoración (Magnitud)</b>														
Compatible														
Moderado	X											X		X
Severo														
Crítico														
Ausencia de Impactos Significativos														

8.3.2. ACCION PRODUCTORA DE IMPACTOS ANALIZADA. ARRANQUE Y CARGA DEL MINERAL

PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)

	Elementos, características y procesos ambientales susceptibles														
	ATMÓSFERA		AGUA		SUELOS		VEGETACIÓN	FAUNA	PECOLÓGICOS	P.GEOFÍSICOS					PAISAJE
Características de los impactos.	Composición de la atmósfera	Nivel de ruidos	Agua superficial	Agua Subterránea	Características edáficas	Usos del suelo	Especies vegetales	Especies animales	Cadenas y redes tróficas	Inundación	Erosión	Sedimentación	Inestabilidad	Vibraciones	Comunicaciones en el paisaje
BENEFICIOSO															
ADVERSO	X	X			X		X	X				X			X
INDIRECTO															
DIRECTO	X	X			X		X	X				X			X
SINERGIA O ACUMULACIÓN (SI)															
SINERGIA O ACUMULACIÓN (NO)	X	X			X		X	X				X			X
TEMPORAL	X	X			X		X	X				X			X
PERMANENTE															
LOCALIZADO	X	X			X		X	X				X			X
EXTENSIVO															
PROXIMO A LA FUENTE	X	X			X		X	X				X			
ALEJADO DE LA FUENTE															X
REVERSIBLE	X	X			X		X	X				X			X
IRREVERSIBLE															
RECUPERABLE	X	X			X		X	X				X			X
IRRECUPERABLE															
Dictamen															
Medidas Correctoras (SI)	X				X		X					X			X
Medidas Correctoras (NO)		X						X							
Probabilidad de Ocurrencia (A)	X	X			X		X								X
Probabilidad de Ocurrencia (M)								X				X			
Probabilidad de Ocurrencia (D)															
Afecta a recursos protegidos? SI								X							
Afecta a recursos protegidos? NO	X				X		X					X			X
Valoración (Magnitud)															
Compatible		X			X		X	X				X			
Moderado	X														X
Severo															
Crítico															
Ausencia de Impactos Significativos															

8.3.3. ACCIÓN PRODUCTORA DE IMPACTOS ANALIZADA: PREPARACION MECANICA DEL MINERALL

PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)

	Elementos, características y procesos ambientales susceptibles													
	ATMÓSFERA		AGUA		SUELOS		VEGETACIÓN	FAUNA	ECOSISTEMAS	P.GEOFÍSICOS				PAISAJE
Características de los impactos.	Composición de la atmósfera	Nivel de ruidos	Agua superficial	Agua Subterránea	Características edáficas	Usos del suelo	Especies vegetales	Especies animales	Cadenas y redes tróficas	Inundación	Erosión	Sedimentación	Inestabilidad	Vibraciones y perturbaciones en el paisaje
BENEFICIOSO														
ADVERSO	X	X	X		X		X	X			X	X		X
INDIRECTO														X
DIRECTO	X	X	X		X		X	X			X	X		
SINERGIA O ACUMULACIÓN (SI)	X													X
SINERGIA O ACUMULACIÓN (NO)		X	X		X		X	X			X	X		
TEMPORAL	X	X	X		X		X	X				X		X
PERMANENTE											X			
LOCALIZADO														
EXTENSIVO	X	X	X		X		X	X			X	X		X
PROXIMO A LA FUENTE	X	X	X		X		X	X			X	X		
ALEJADO DE LA FUENTE														X
REVERSIBLE	X	X	X		X		X	X				X		X
IRREVERSIBLE											X			
RECUPERABLE	X	X	X		X		X	X			X	X		X
IRRECUPERABLE														
Dictamen														
Medidas Correctoras (SI)	X		X		X		X				X	X		
Medidas Correctoras (NO)		X						X						X
Probabilidad de Ocurrencia (A)	X	X			X		X	X				X		
Probabilidad de Ocurrencia (M)			X								X			
Probabilidad de Ocurrencia (D)														X
Afecta a recursos protegidos? SI								X						
Afecta a recursos protegidos? NO	X	X	X		X		X				X	X		
Valoración (Magnitud)														
Compatible		X			X		X	X			X	X		X
Moderado	X		X											
Severo														
Crítico														

8.3.4 ACCION PRODUCTORA DE IMPACTOS ANALIZADA: TRANSPORTE DEL MINERAL Y TRAFICO

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

	Elementos, características y procesos ambientales susceptibles														
	ATMÓSFERA		AGUA		SUELOS		VEGETACIÓN	FAUNA	P.ECOLÓGICS	P.GEOFÍSICOS					PAISAJE
Características de los impactos.	Composición de la atmósfera	Nivel de ruidos	Agua superficial	Agua Subterránea	Características edáficas	Usos del suelo	Especies vegetales	Especies animales	Cadenas y redes tróficas	Inundación	Erosión	Sedimentación	Inestabilidad	Vibraciones	Modificaciones en el paisaje
BENEFICIOSO															
ADVERSO			X		X		X								
INDIRECTO															
DIRECTO			X		X		X								
SINERGIA O ACUMULACIÓN (SI)															
SINERGIA O ACUMULACIÓN (NO)			X		X		X								
TEMPORAL			X				X								
PERMANENTE					X										
LOCALIZADO			X		X		X								
EXTENSIVO															
PROXIMO A LA FUENTE			X		X		X								
ALEJADO DE LA FUENTE															
REVERSIBLE			X												
IRREVERSIBLE					X		X								
RECUPERABLE			X		X		X								
IRRECUPERABLE															
Dictamen															
Medidas Correctoras (SI)			X		X		X								
Medidas Correctoras (NO)															
Probabilidad de Ocurrencia (A)															
Probabilidad de Ocurrencia (M)			X		X		X								
Probabilidad de Ocurrencia (D)															
Afecta a recursos protegidos? SI															
Afecta a recursos protegidos? NO			X		X		X								
Valoración (Magnitud)															
Compatible							X								
Moderado			X		X										
Severo															
Crítico															
Ausencia de Impactos Significativos															

8.3.5 ACCIÓN PRODUCTORA DE IMPACTOS ANALIZADA: MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA

**PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)**

	Elementos, características y procesos ambientales susceptibles													
	ATMÓSFERA		AGUA		SUELOS		VEGETACIÓN	FAUNA	ECOSISTEMAS	P.GEOFÍSICOS				PAISAJE
Características de los impactos.	Composición de la atmósfera	Nivel de ruidos	Agua superficial	Agua Subterránea	Características edáficas	Usos del suelo	Especies vegetales	Especies animales	Cadenas y redes tróficas	Inundación	Erosión	Sedimentación	Inestabilidad	Vibraciones y modificaciones en el paisaje
BENEFICIOSO														
ADVERSO			X		X	X	X	X	X		X	X	X	X
INDIRECTO														
DIRECTO			X		X	X	X	X	X		X	X	X	X
SINERGIA O ACUMULACIÓN (SI)									X					
SINERGIA O ACUMULACIÓN (NO)			X		X	X	X	X			X	X	X	X
TEMPORAL														
PERMANENTE			X		X	X	X	X	X		X	X	X	X
LOCALIZADO								X					X	
EXTENSIVO			X		X	X	X		X		X	X		X
PROXIMO A LA FUENTE			X		X	X	X	X	X		X	X	X	
ALEJADO DE LA FUENTE														X
REVERSIBLE								X						
IRREVERSIBLE			X		X	X	X		X		X	X	X	X
RECUPERABLE			X		X	X	X	X	X		X	X	X	X
IRRECUPERABLE														
Dictamen														
Medidas Correctoras (SI)			X		X	X	X	X	X		X	X	X	X
Medidas Correctoras (NO)														
Probabilidad de Ocurrencia (A)					X	X	X		X		X	X	X	X
Probabilidad de Ocurrencia (M)								X						
Probabilidad de Ocurrencia (D)			X											
Afecta a recursos protegidos? SI								X						
Afecta a recursos protegidos? NO			X		X	X	X		X		X	X	X	X
Valoración (Magnitud)														
Compatible			X											
Moderado								X	X		X	X	X	X
Severo														
Crítico					X	X	X							
Ausencia de Impactos Significativos														

8.3.6 ACCIÓN PRODUCTORA DE IMPACTOS ANALIZADA: MODIFICACIONES FISIOGRAFICAS

## 9. MEDIDAS CORRECTORAS

El estudio y análisis realizado sobre las actividades a desarrollar en la explotación de Sierra de Dos Hermanas permite aconsejar una serie de criterios y recomendaciones generales que servirán para mitigar o anular algunas de alteraciones temporales y recuperar los espacios afectados de manera que queden integrados de una forma armoniosa al territorio.

La consideración de esos factores implica la adopción de las siguientes medidas:

- Diseño y planificación de la explotación basada en una completa investigación geológica del yacimiento de tal manera que se garantice la producción prevista y que en cada momento la superficie afectada sea la menor posible.
- Retirada, acopio y mantenimiento del horizonte más fértil del suelo para facilitar la restauración de las superficies mediante revegetación.
- Captación del polvo producido durante la perforación de los barrenos.
- Cubrición del cordón detonante utilizado en las voladuras y retacado adecuado de las cargas de explosivo.
- Riego periódico de las pistas y plataformas de la cantera para controlar el polvo y con ello los efectos derivados de éste, mediante cisterna.
- Construcción de tramos de limpieza de los neumáticos de los camiones antes de su entrada en vías públicas, y cubrición de la carga de mineral mediante los toldos reglamentarios en los trayectos hasta la fábrica. A cargo de la explotación.
- Empleo de pantallas visuales y cortavientos, preferentemente vegetales y constituidas por especies arbóreas, arbustivas o de matorral, con los objetivos de ocultar a la vista las áreas afectadas o la ocupación del terreno por las instalaciones mineras, además de dificultar la circulación del aire en los niveles próximos a la superficie para reducir la generación de polvo.

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

-Descabezamiento de las crestas de los bancos para romper los elementos de artificialidad de los mismos y conseguir una mejor reintegración en el paisaje e implantación de la vegetación.

-Tratamiento de la roca aflorante mediante voladuras puntuales de agrietamiento y esponjamiento del material aflorante para facilitar el desarrollo de las plantas.

-Aprovechamiento de los estériles de la cantera y de la planta de tratamiento para la remodelación de taludes y fondos del hueco.

-Diseño de los fondos de la cantera con pendientes que permitan el control de las aguas superficiales, para evitar los procesos erosivos y de sedimentación, y garantizar el drenaje del área afectada.

-Realización de las operaciones de mantenimiento de maquinaria fuera del área de explotación y, en caso de tener que realizarse en ella, proceder a la recogida de los aceites usados, con el fin de evitar la acción contaminante de éstos.

-Recuperación de todos los terrenos afectados mediante revegetación, utilizando para ello las especies propias del lugar, o las que mejor se adapten a las condiciones terminales de la actividad extractiva.

-Desmantelamiento y demolición de las cimentaciones y estructuras de la planta de tratamiento cuando finalice la explotación y acondicionamiento de las pistas y accesos mediante la descompactación de los materiales superficiales y revegetación de dicha infraestructura.

-Cerramiento y señalización de la propiedad donde se encuentra ubicada la cantera y puntos de entrada o salida de las instalaciones..

Las medidas más inmediatas que sería posible llevar a cabo, dentro de un periodo de operación prudencial, son la creación de pantallas vegetales a lo largo de la pista de acceso a la planta y entrada a la cantera, retirada del suelo fértil de las zonas de preparación y acopio del mismo en lugares adecuados.



Por la importancia que revisten las medidas anteriormente indicadas, en cuanto a minimización de los impactos, se recomienda el inicio del remodelado y revegetación, una vez que se de por alcanzada la situación final en alguno de los frentes de la cantera.

## 10. ESTUDIO DE REVEGETACIÓN

### 10.1 Generalidades

El planteamiento racional de las actividades extractivas, tras la creciente concienciación de la sociedad, pasa por buscar un uso de los terrenos afectados por tales actividades, pues el destino actual de los mismos es considerado como transitorio y no terminal.

Los usos posibles son muy diversos y dependen en gran medida de los componentes del ecosistema. El entorno social, ecológico y paisajístico, así como los condicionantes técnicos y económicos de las explotaciones que inciden en la elección de un uso concreto.

Teniendo en cuenta los impactos que pueden ocasionar los trabajos que llevará a cabo la EMPRESA se considera que la vegetación jugará un papel protagonista en el desarrollo de un suelo biológicamente productivo que es el fin último, a partir de un sustrato degradado y esquelético. Por ello, al hablar de recuperación, el objetivo básico es el establecimiento de la cubierta vegetal sobre la superficie del terreno afectado, que permitirá proteger el suelo e integrar el citado área en el entorno donde se enclava la explotación,

No obstante, el uso final del hueco de la cantera puede simultanearse y compatibilizarse con otros como son el aprovechamiento del hueco para vertido de desechos urbanos inertes, campos de actividades recreativas, etc...que deberán valorarse en su momento en función de las condiciones y desarrollo de la explotación.

### 10.2. Medidas propuestas para la recuperación por revegetación

Dadas las características del diseño del hueco de la cantera de caliza y el lugar donde ésta se llevará a cabo, la revegetación pretende en este caso la

implantación de la vegetación natural preexistente, por estimarse la más adecuada desde un punto de vista ecológico.

Para que la revegetación pueda realizarse en dicho espacio, se requiere previamente que la topografía final se integre lo más posible en el medio circundante, sea estructuralmente estable y facilite la implantación vegetal.

La cubierta vegetal, además de permitir alcanzar los objetivos anteriormente mencionados, ayudará a:

- Reducir y controlar la erosión.
- Estabilizar los terrenos sin consolidar
- Proteger los recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos.
- Restaurar la productividad del suelo y la riqueza biológica.

Aunque en apartados anteriores se recomendaron de forma genérica una serie de medidas correctoras para disminuir las alteraciones producidas por las diferentes actividades, se especifica a continuación todo el conjunto de actuaciones concretas para la consecución de los objetivos perseguidos.

### 10.3. Remodelación de Taludes

Cuando se llegue a la situación final en alguna parte de la cantera, se iniciará el tratamiento de los taludes y plaza de la misma. Este dependerá, entre otros factores, de las condiciones de estabilidad y tipo de frente, del volumen y naturaleza del material de relleno disponible y de la posibilidad de simultanear alguna de las actuaciones técnicas.

En el caso que nos ocupa de un talud banqueado, el remodelado tiene los siguientes fines:

- Disminuir el grado de pendiente de los taludes de cara de banco originados en la situación final minera mediante la voladura parcial de las cabezas de dichos bancos.

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

- Favorecer la implantación de la vegetación, disponiendo ésta de un sustrato constituido por los fragmentos de roca conseguidos en las voladuras que quedan retenidos en las bermas, y otros materiales de relleno aportados procedentes de la propia planta de tratamiento y suelos acopiados en las primeras labores de preparación.

- Integrar la situación final minera a las características fisiográficas de la zona, rompiendo los componentes artificiales introducidos, líneas rectas, plataformas horizontales, etc...

Por todo lo indicado, una vez alcanzada la situación final minera de los taludes con un ángulo general de  $40^\circ$  y parcial de cara de banco de  $70^\circ$ , se procederá a disparar voladuras de descabezamiento por medio de la perforación de barrenos de unos 75 mm de diámetro, espaciados 1,2 m y dispuestos con una inclinación de  $45^\circ$  aproximadamente.

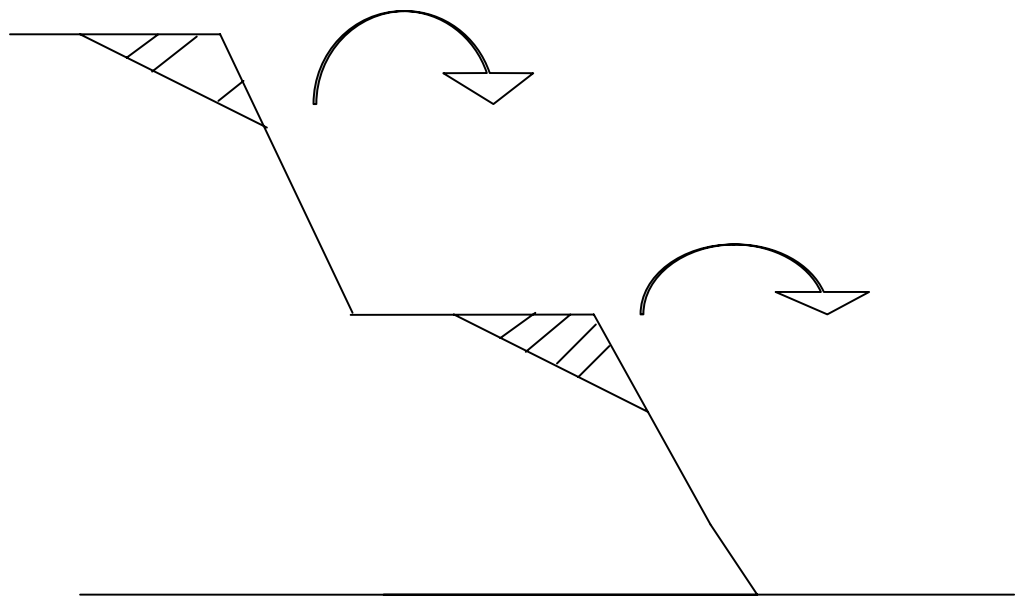


Figura 10.3.1 . Voladuras para el descabezamiento de los bancos

El escombros de las voladuras retenido en los barrenos después de su caída, se nivelará dejándolo con una ligera pendiente hacia el exterior. Sobre el mismo se extenderá material granular, procedente de la planta de trituración, y otros materiales finos de desecho con el fin de favorecer la liberación de nutrientes para

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS  
EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

que se abra paso una nueva colonización de especies pioneras, poco exigentes y capaces de ir creando suelo y preparando el terreno para otras especies más avanzadas o evolucionadas. Así mismo, se podrán transplantar algunas de las especies procedentes de zonas de nueva apertura.

En la plaza de la cantera, antes de proceder al extendido de la tierra vegetal acopiada, se realizarán algunas voladuras de esponjamiento, encaminadas a aumentar la fracturación de las rocas y producción de finos.

Por último indicar que las discontinuidades producidas por las voladuras en las cabezas de los taludes formarán pequeños salientes a modo de repisas que permitirán la acumulación de finos y una más fácil instalación de la vegetación.

En la figura 10.3.2. se ilustra la situación final minera y la revegetada después de proceder a la remodelación de los taludes.

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

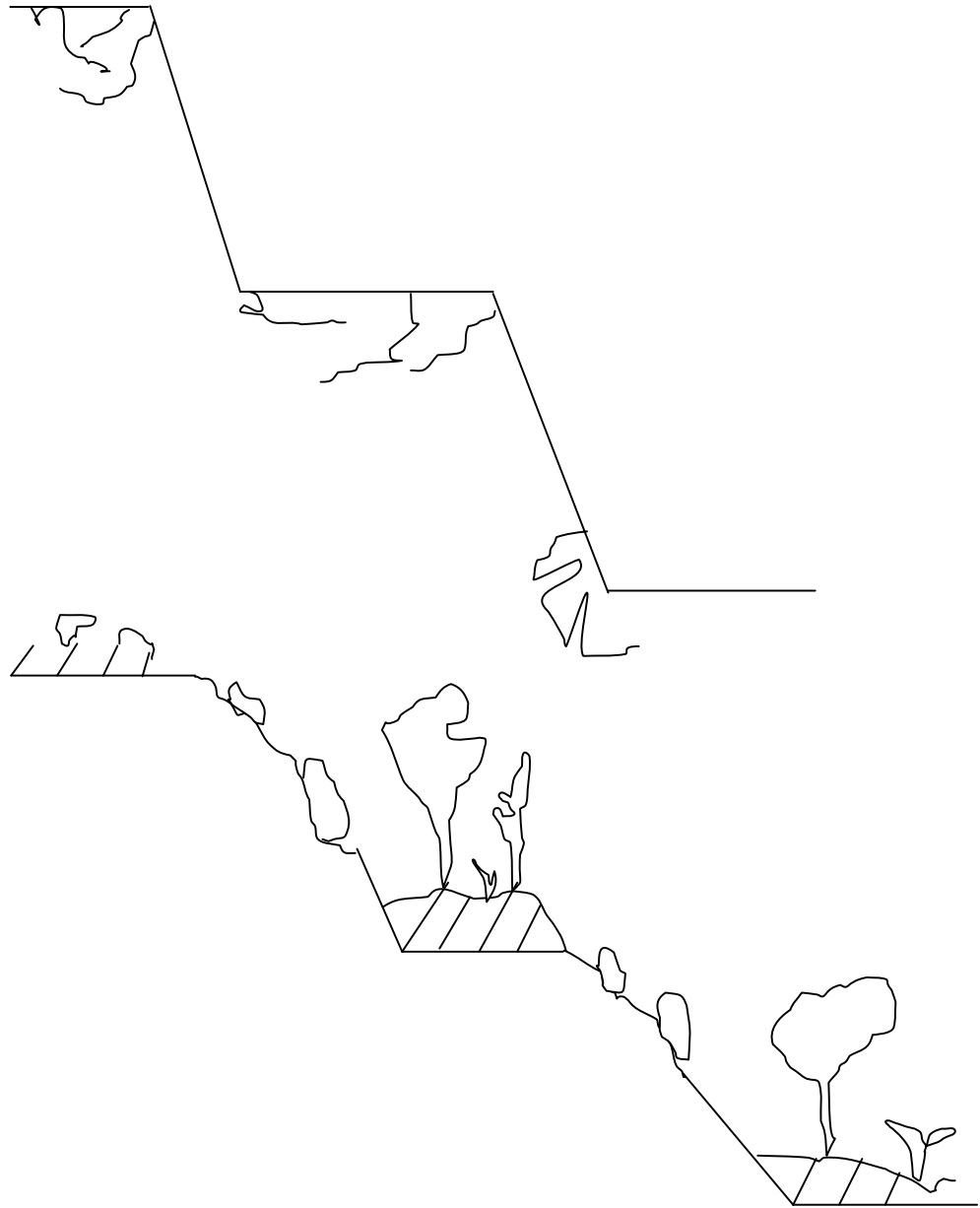


Figura 10.3.2. Estado de los taludes antes y después del remodelado y vegetación

#### 10.3.1 Mejoras edáficas

Para que la vegetación preexistente pueda instalarse lo mas aceleradamente posible será preciso crear un sustrato que permita el arraigo, desarrollo, crecimiento de dicha vegetación para lo que se utilizarán los materiales procedentes de las voladuras de las cabezas de banco originados en la remodelación de taludes, los rechazos de la planta de tratamiento y el horizonte más fértil que, previamente retirado y acopiado hasta que se inicie la fase de recuperación de la cantera propiamente dicha, cubrirá los materiales anteriores.

Por otra parte, se realizarán voladuras puntuales para fragmentar pequeñas zonas en bermas y fondos de cantera con el fin de que las raíces puedan encontrar acumulaciones de material fino y penetrar por las fisuras que se originen.

Sin perjuicio de lo anterior, antes de proceder a la implantación vegetal se efectuará un análisis edáfico completo con el fin de incorporar elementos nutritivos de apoyo necesarios mediante abonado, mejorar la estructura del sustrato mediante enmienda orgánica y acelerar el proceso natural de constitución de reservas.

Para la mejora estructural se procederá al estercolado de las zonas a revegetar o bien a la utilización de composta, enterrado de paja o métodos equivalentes, lo que a su vez supondrá la incorporación al suelo de nutrientes para el desarrollo de la vegetación.

#### 10.3.2 Retirada, acopio y mantenimiento del horizonte más fértil.

Para facilitar la revegetación y conseguir cuanto antes un suelo donde las especies vegetales que se pretende se instalen en la zona afectada por el hueco de la cantera, se considera necesario aprovechar al máximo posible las capas de suelo más fértiles existentes antes de iniciar la explotación.

Dado el tipo de suelo que será afectado y la variabilidad del espesor del horizonte más fértil, que en general es inferior a 20 cm, se estima que podría retirarse como media un espesor de 25cm, tomando un caso más desfavorable, a medida que se efectúe el avance de los frentes.

En el caso de disponer de un lugar preparado para iniciar la recuperación, la capa se extenderá inmediatamente recubriendo los otros materiales. En caso contrario, se depositará en zonas de escasa pendiente mediante tongadas de 50 cm entre las que se acondicionará una pequeña capa de estiércol sin que el acopio supere una altura de 3m.

Si entre la retirada del suelo y el uso posterior fuera a transcurrir un tiempo dilatado con el fin de mantener la fertilidad y la actividad microbiana del acopio, éste se sembrará con gramíneas y leguminosas y se procederá a su riego en el caso de que el tiempo se presente acusadamente seco.

### 10.3.3 Especies vegetales a utilizar. Selección. Dosis de siembra.

La recuperación por revegetación que se persigue pretende satisfacer fundamentalmente una protección adecuada del suelo, una minoración del contraste entre el hueco de la cantera y el espacio circundante, una mimetización de los taludes finales y generar nuevamente un hábitat adecuado para la fauna que como consecuencia de la actividad sufrirá una pérdida de lugares de abrigo, etc...

En este sentido, y dado que la vegetación preexistente es la potencial del área, según lo señalado en el epígrafe descriptivo, se tratará de que esta se instale utilizando, dentro de lo posible sus posibilidades de reproducción, para lo que puede aprovecharse no solo la vegetación que puebla la zona a deforestar sino también la del resto de la propiedad que no será afectada.

En cualquier caso, se recurrirá a la implantación por siembra de un estrato herbáceo constituido por especies frugales, de germinación rápida, vivaces, de poder tapizante elevado, con tolerancia a la luz, resistentes a la sequía y calcícolas.

Por lo que se refiere al estrato arbustivo y arbóreo se recurrirá a la implantación por siembra y plantación de las especies del área o especies afines que estén comercializadas.

Como dosis de siembra, y dado que la superficie a revegetar será la constituida por las zonas llanas de las bermas resultantes del remodelado de taludes y fondos de cantera, se estima que para la finalidad perseguida, se precisa recurrir a una mezcla de herbáceas compuesta por gramíneas y leguminosas con una proporción mínima de 2:1 y máxima de 4:1, que estará equilibrada en cuanto

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS  
EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

al índice de concurrencia de las especies que la compongan y cuya dosis de siembra será a razón de 150 kg/Ha.

A dicha mezcla se le incorporarán semillas de las especies leñosas elegidas, siendo la cantidad de estas el 5% de la dosis indicada.

En cuanto a las especies herbáceas que pueden formar parte de la mezcla de semillas cabe señalar, entre otras:

Gramíneas

- Agropyrum cristatum
- Agropyrum intermedium
- Avena sativa
- Avena sterilis
- Bromus inermes
- Dactylis glomerata
- Festuca elatior arundinacea
- Phalaris tuberosa.

Leguminosas

- Nedysarum coronarium
- Lotus corniculatus
- Medicago lupulina
- Medicago tribuloides
- Medicago sativa
- Onobrychis sativa
- Vicia sativa



Por lo que se refiere a las semillas que constituirán el porcentaje de adición indicado, señalaremos que corresponderán fundamentalmente a las especies del área de afectación tales como Acebuche, Algarrobo, Coscojo, Espino negro, Lentisco, y Sabina, aunque también entrarán Palmito, Tomillo, Jaguarzo, etc, siendo su procedencia de la propiedad de la EMPRESA, para lo que se procederá a una campaña de recogida previa a su utilización.

En cuanto a la constitución del estrato arbóreo, la especie a utilizar será fundamentalmente el Acebuche.

En todo caso, la plantación se procurará adaptarla lo más posible a la forma en que se presenta la superficie arbolada circundante en su estado natural. Para ello se evitarán formas geométricas muy acusadas y se huirá de la equidistancia, linealidad, continuidad, etc...

De otra parte, para las pantallas visuales que se recomendaron en el apartado de medidas correctoras y en especial para minimizar el impacto visual de la zona en donde se encuentran las instalaciones anejas, se estima como especies mas adecuadas el Acebuche, la Encina, y el Algarrobo.

#### 10.3.4 Preparación del suelo para la implantación vegetal

Además del conjunto de acciones que es preciso llevar a cabo de acuerdo con lo comentado en el apartado de mejoras edáficas (epígrafe 8.2.2), se requerirá la realización de labores de subsolado o escarificado para descompactar y airear el suelo y, al mismo tiempo, permitir o facilitar la penetración de las raicillas de las especies vegetales que se implanten.

El espesor de la cobertura extendida se procurará que sea lo mas uniforme posible y no menor de centímetros.

Para asegurar en mayor medida la plantación se recurrirá a la apertura de hoyos sobre el conjunto de materiales que constituyen el sustrato y en su fondo se depositará tierra vegetal, estiércol, composta o materiales equivalentes.

#### 10.3.5 Otras medidas complementarias

Como medida complementaria aconsejable, dado el tipo de pastoreo que se señaló en los apartados descriptivos, cabe señalar la posible necesidad de acotar la zona a recuperar mediante un cerramiento que dificulte especialmente la entrada de ganado cabrío, con lo que, al mismo tiempo, sería una medida de seguridad para el tránsito de personas, Sobre todo en la zona del hueco creado.

# **PRESUPUESTO**

# 11. PRESUPUESTO

No se valoran los conceptos siguientes, debido a que serán ejecutados en las labores normales de explotación:

- Nivelación de plaza de cantera y ejecución de pendientes y drenajes.
- Conformación de taludes y descabezamiento de estos.

UNIDADES	CONCEPTO	PRECIO
50.850	m3 Transporte de tierras con camión basculante incluido tiempo de carga y descarga y retorno en vacío para una distancia de transporte inferior a 500m. 1€/m3	50.850€
50.850	m3 Carga con pala sobre neumáticos de escombreras sobre camión volquete. 0,30€/m3	15.255€
50.850	m3 Extendido de tierra en plaza de cantera mediante tractor sobre cadenas. 0,15€/m3.	7.627,5€
20,34	Ha. Abonado y siembra de especies vegetales con aporte de abono y semillas en zona arbolada con pastizal y matorral con tendencia hacia zona arbolada con matorral. Semillas de herbáceas :gramíneas y Leguminosas y especies leñosas. acebuche, algarrobo, coscoja.  Con abono mineral en sacos de 50kg. 240€/Ha.	4.882€
160	Suministro y plantación de Acebuche, encina o algarrobo para pantallas vegetales complementarias, incluso apertura de hoyo de 0,4x0,4x0,4 y primer riego. 1,0 a 1,5 m de altura a 12€/ud.	1.920€

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS  
EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

429	Suministro y plantación de Acebuche, encina o algarrobo para pantallas vegetales naturales, incluso apertura de hoyo de 0,4x0,4x0,4 y primer riego. 1,0 a 1,5 m de altura a 12€/ud.	5.148€
12,59	Ha. Abonado y siembra de especies vegetales con aporte de abono y semillas en zona de Matorral con árboles dispersos. Semillas de herbáceas: gramíneas y leguminosas y especies leñosas, acebuche, algarrobo, coscoja. Con abono mineral en sacos de 50kg. 240€/Ha.	3.021,60€
10,04	Ha. Suministro y plantación de Acebuche encina o algarrobo para zona arbolada con matorral incluso apertura de hoyo de 0,4x0,4x0,4 y primer riego. 1,0 a 1,5 m de altura a 12€/ud. A razón de 100 pies/Ha por ser zonapoblada.	12.048€
263	Ml. Cerramiento del hueco a base de postes de hierro angular de 40x40x40mm de 1,70m de altura, a 7m de separación, empotrados y anclados en el terreno 30 cm. Guarnecido con malla de 93x8x15 y dos hileras superiores mediante alambre de espino, doble hilo 13x15 con poste de 60x60 mm de 2m en tramos de 100m. 2,50€/ml.	657,50€
	Demolición de instalaciones existentes con carga sobre camión volquete y transporte a vertedero.	15.000€
	IMPORTE.....	116.410€
	IVA; 18%.....	20.954€
	TOTAL.....	137.364€

El presupuesto total de la restauración asciende a la cantidad de 137.364€ con una repercusión de 3.064,10€/Ha, y 6.753,40€/Ha de hueco.

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS  
EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*

ALGECIRAS, ENERO DE 2011

INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL. QUIMICA INDUSTRIAL.

FDO: ISAAC RODRIGUEZ GARCIA

## 12. BIBLIOGRAFIA

- Instituto Tecnológico Geominero de España. (1989). *Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- López Jimeno, C. (1999). *Manual de estabilización y revegetación de taludes*. Ed. Entorno Gráfico. Madrid.
- Gómez Orea, D. (2004). *Recuperación de espacios degradados*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Garmendia, A.; Salvador, A.; Crespo, C.; Garmendia, L. (2005). *Evaluación de Impacto ambiental*. Ed. Pearson. Madrid.
- García del Barrio, J.M. (2001). *Regiones de identificación y utilización del material forestal de reproducción*. Ministerio de Medio Ambiente.
- Dirección General del Medio Ambiente (1982). *Unidades temáticas ambientales. Las evaluaciones del impacto ambiental*. DGMA. Madrid.

## OTROS PROYECTOS

- Reyes Vera, Francisco, D. (1999). *Plan de Restauración del Medio Natural afectado por una Explotación Minera. Cantera Cabral*. Cedido por Holcim Áridos, S.L.

## PAGINAS WEB

[www.ign.es](http://www.ign.es) Instituto Geográfico Nacional.

[www.mma.es](http://www.mma.es) Ministerio de Medio Ambiente.

<http://ovc.catastro.meh.es> Ministerio de Economía y Hacienda.

[www.mapa.es](http://www.mapa.es) Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

# PLANOS



## **INDICE DE PLANOS**

- Plano n° 1. SITUACION.
- Plano n° 2. ESTADO ACTUAL.
- Plano n° 3. HIPSOMETRIA.
- Plano n° 4. PENDIENTES.
- Plano n° 5. ORIENTACIONES
- Plano n° 6. CUENCAS VISUALES.
- Plano n° 7. USOS COBERTURAS VEGETALES.
- Plano n° 8. GEOLOGIA.
- Plano n° 9. HIDROGEOLOGICO.
- Plano n° 10. EVOLUCION EXPLOTACION.
- Plano n° 11. PERSPECTIVA.
- Plano n° 12. PLANTA Y PERFIL.
- Plano n° 13. SITUACION-SECCIONES.
- Plano n° 14. SECCIONES ACTUALES- SECCIONES (1).
- Plano n° 14. SECCIONES ACTUALES- SECCIONES (2).
- Plano n° 14. SECCIONES ACTUALES- SECCIONES (3).
- Plano n° 14. SECCIONES ACTUALES- SECCIONES (4).
- Plano n° 15. ESTADO FINAL.
- Plano n° 16. FASES.

*PROYECTO DE RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ÁRIDOS  
EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS (SAN JOSÉ DEL VALLE)*





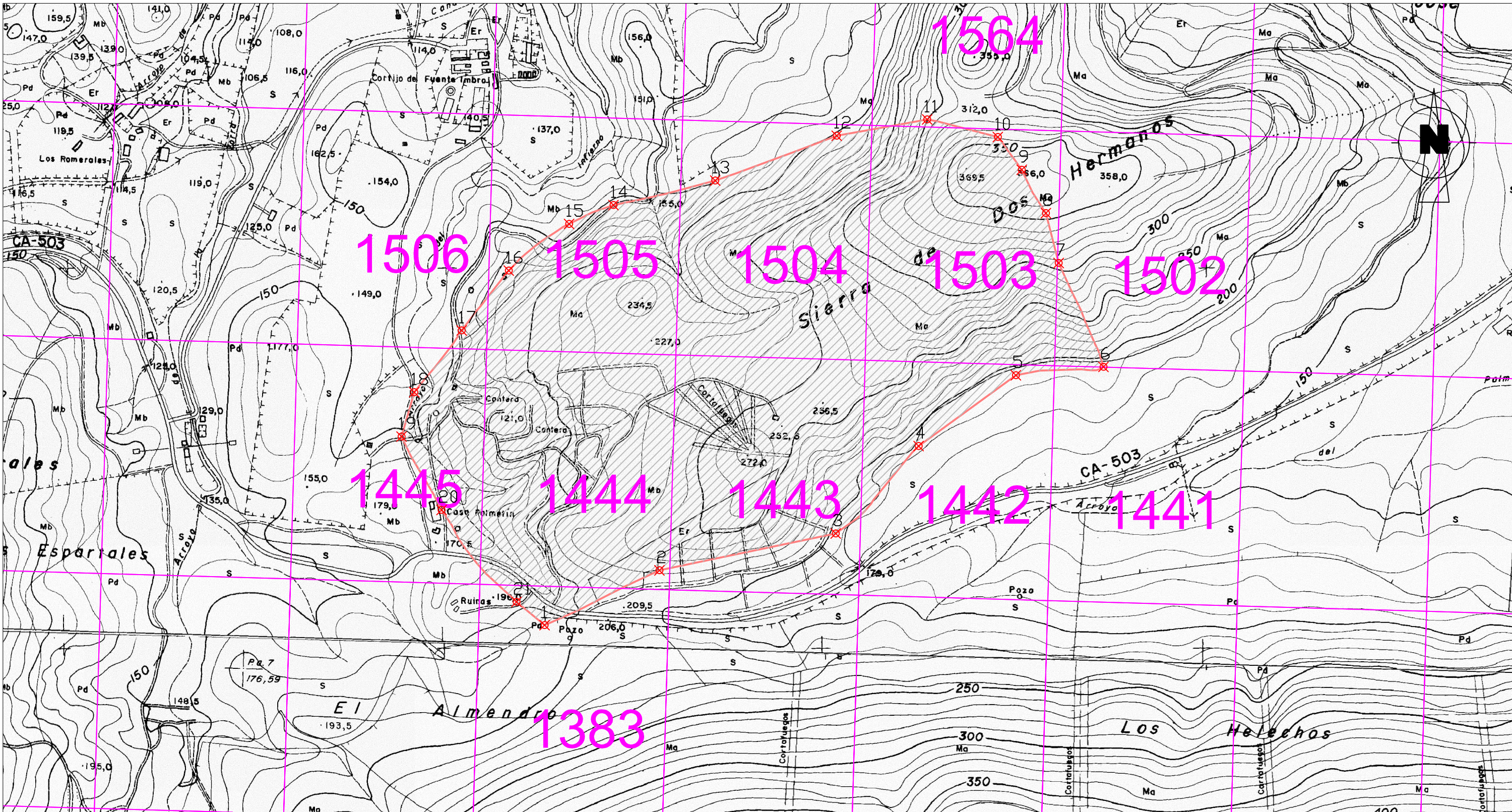
SITUACION

COORDENADAS UTM. HUSO 30 ED-50		
Nº punto	Ordenada	Abscisa
1	4057062.77	254259.71
2	4057206.70	254561.27
3	4057303.35	255023.89
4	4057532.81	255241.40
5	4057718.85	255496.53
6	4057740.79	255726.42
7	4058013.35	255608.98
8	4058144.32	255575.24
9	4058258.05	255512.04
10	4058343.90	255449.36
11	4058390.09	255263.73

COORDENADAS UTM. HUSO 30 ED-50		
Nº punto	Ordenada	Abscisa
12	4058347.42	255026.48
13	4058229.78	254707.46
14	4058165.35	254440.59
15	4058115.99	254323.94
16	4057993.40	254165.82
17	4057836.28	254042.10
18	4057674.16	253917.52
19	4057557.71	253884.34
20	4057365.20	253989.43
21	4057123.89	254185.89



1:20000



CUADRICULA MINERA

1:10000

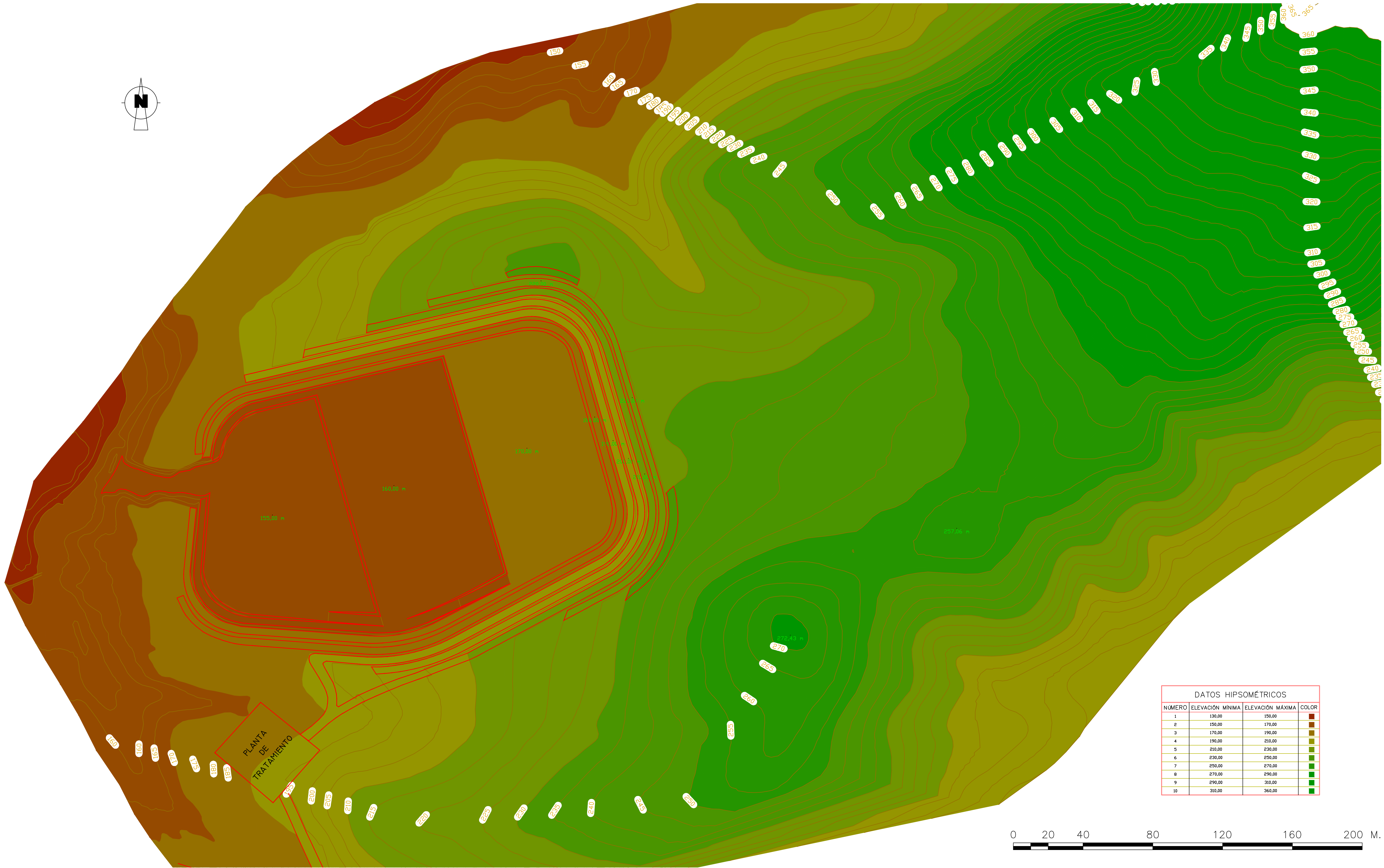
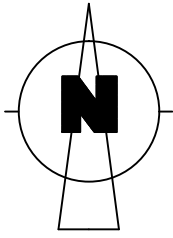
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL QUÍMICA INDUSTRIAL
DIBUJADO		ISAAC RODRIGUEZ GARCIA		
COMPROBADO				
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:			
VARIAS	RESTAURACION DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ARIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS. (SAN JOSE DEL VALLE). CADIZ			
	DENOMINACIÓN DEL PLANO:			PLANO Nº: 1
	SITUACION			HOJA Nº: 1





	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL QUÍMICA INDUSTRIAL
DIBUJADO		ISAAC RODRIGUEZ GARCIA		
COMPROBADO				
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:			
1:2000	RESTAURACION DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ARIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS. (SAN JOSE DEL VALLE). CADIZ			
	DENOMINACIÓN DEL PLANO:			PLANO Nº: 2
	PLANTA ACTUAL			HOJA Nº: 1



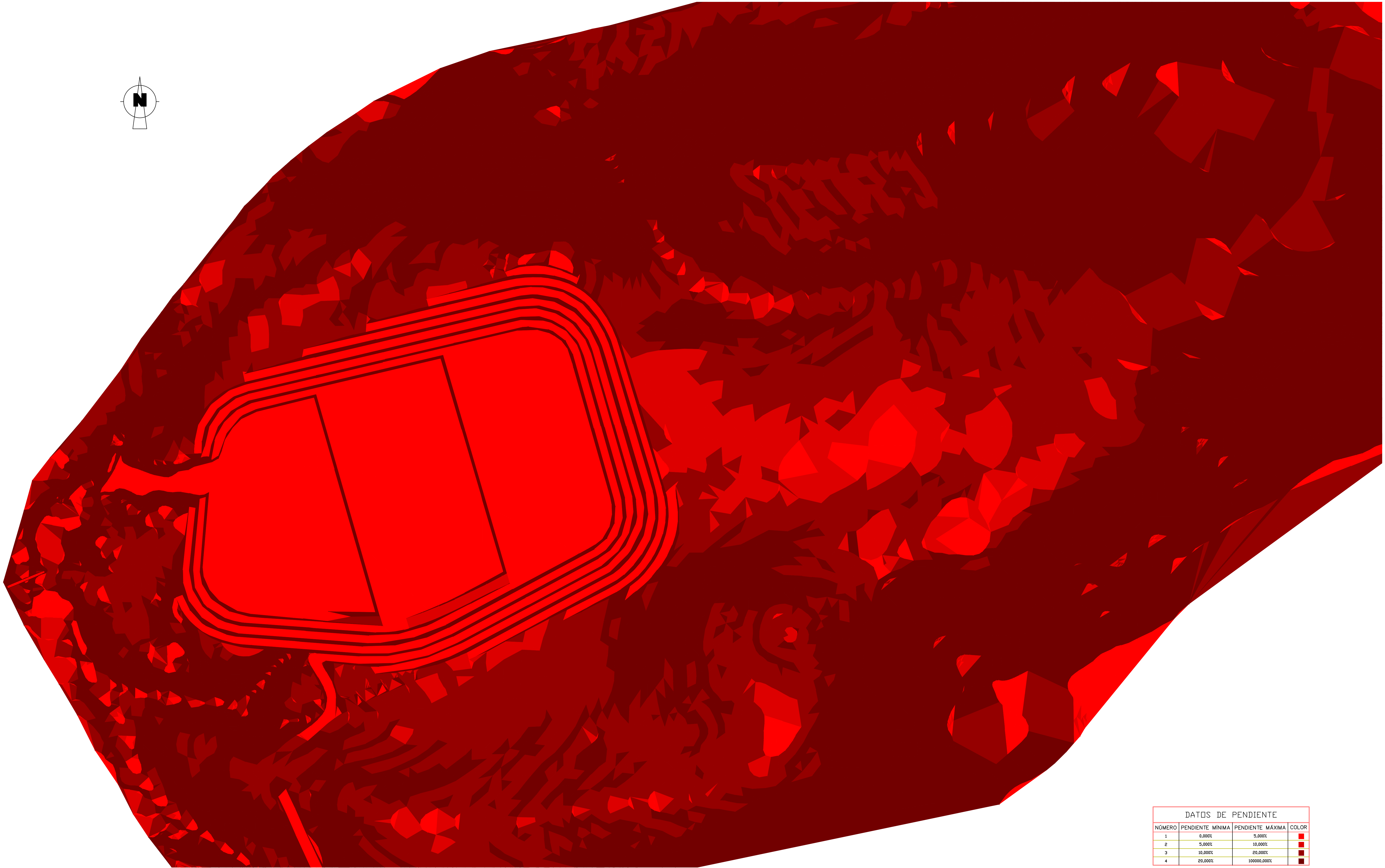
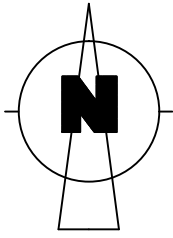


DATOS HIPSOMÉTRICOS			
NÚMERO	ELEVACIÓN MÍNIMA	ELEVACIÓN MÁXIMA	COLOR
1	130,00	150,00	
2	150,00	170,00	
3	170,00	190,00	
4	190,00	210,00	
5	210,00	230,00	
6	230,00	250,00	
7	250,00	270,00	
8	270,00	290,00	
9	290,00	310,00	
10	310,00	360,00	



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL QUÍMICA INDUSTRIAL	
DIBUJADO		ISAAC RODRIGUEZ GARCIA			
COMPROBADO					
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:				
	RESTAURACION DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ARIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS. (SAN JOSE DEL VALLE). CADIZ				PLANO Nº: 3
1:2000	DENOMINACIÓN DEL PLANO:				HOJA Nº: 1
	HIPSOMETRIA				

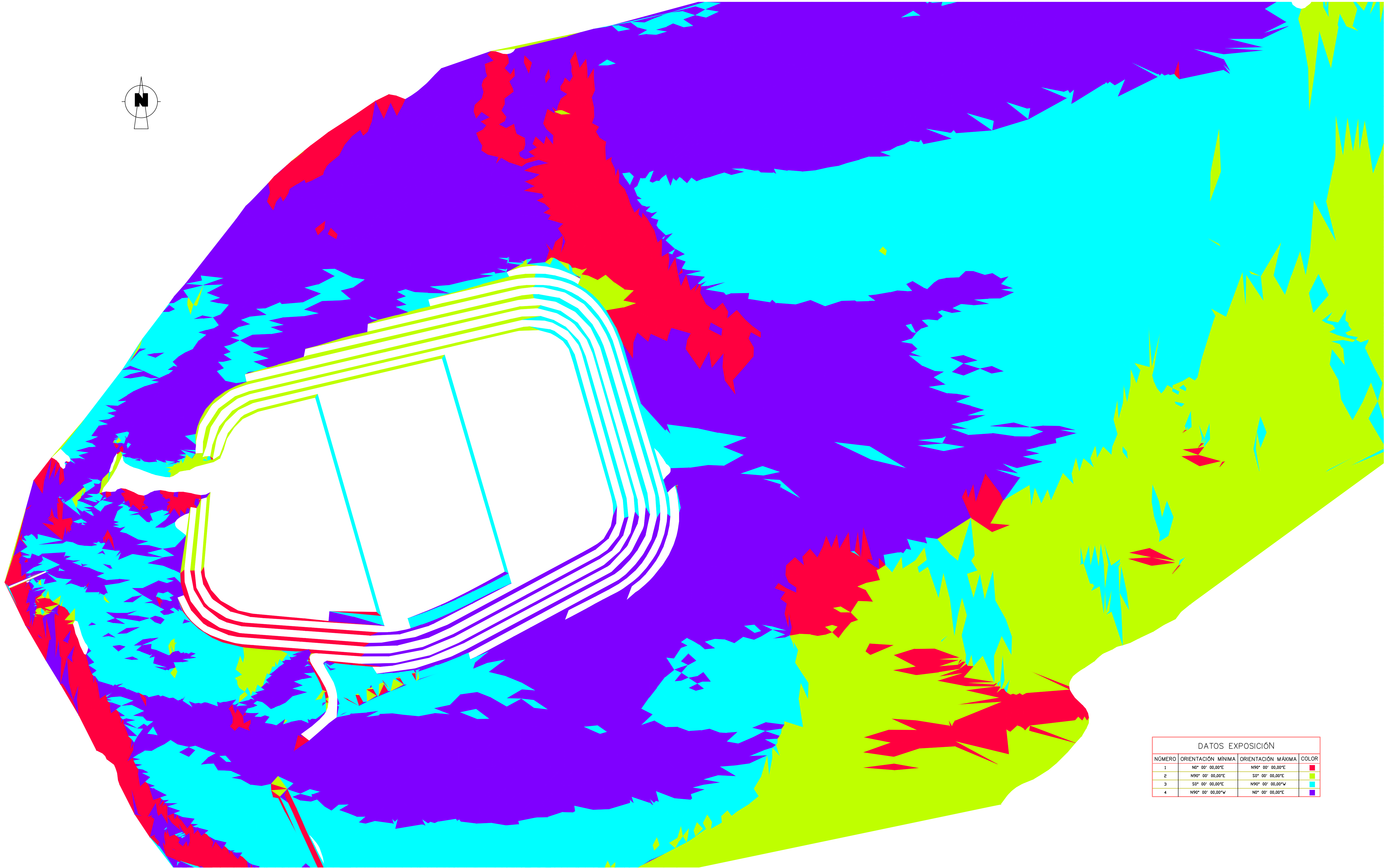
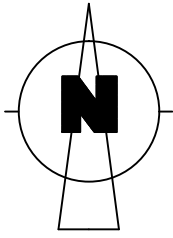




DATOS DE PENDIENTE			
NÚMERO	PENDIENTE MÍNIMA	PENDIENTE MÁXIMA	COLOR
1	0,000%	5,000%	■
2	5,000%	10,000%	■
3	10,000%	20,000%	■
4	20,000%	100000,000%	■

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS	
DIBUJADO		ISAAC RODRIGUEZ GARCIA		INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL	
COMPROBADO				QUÍMICA INDUSTRIAL	
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO: RESTAURACION DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ARIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS. (SAN JOSE DEL VALLE). CADIZ				
1:2000	DENOMINACIÓN DEL PLANO:  PENDIENTES				PLANO Nº:  4
					HOJA Nº:  1

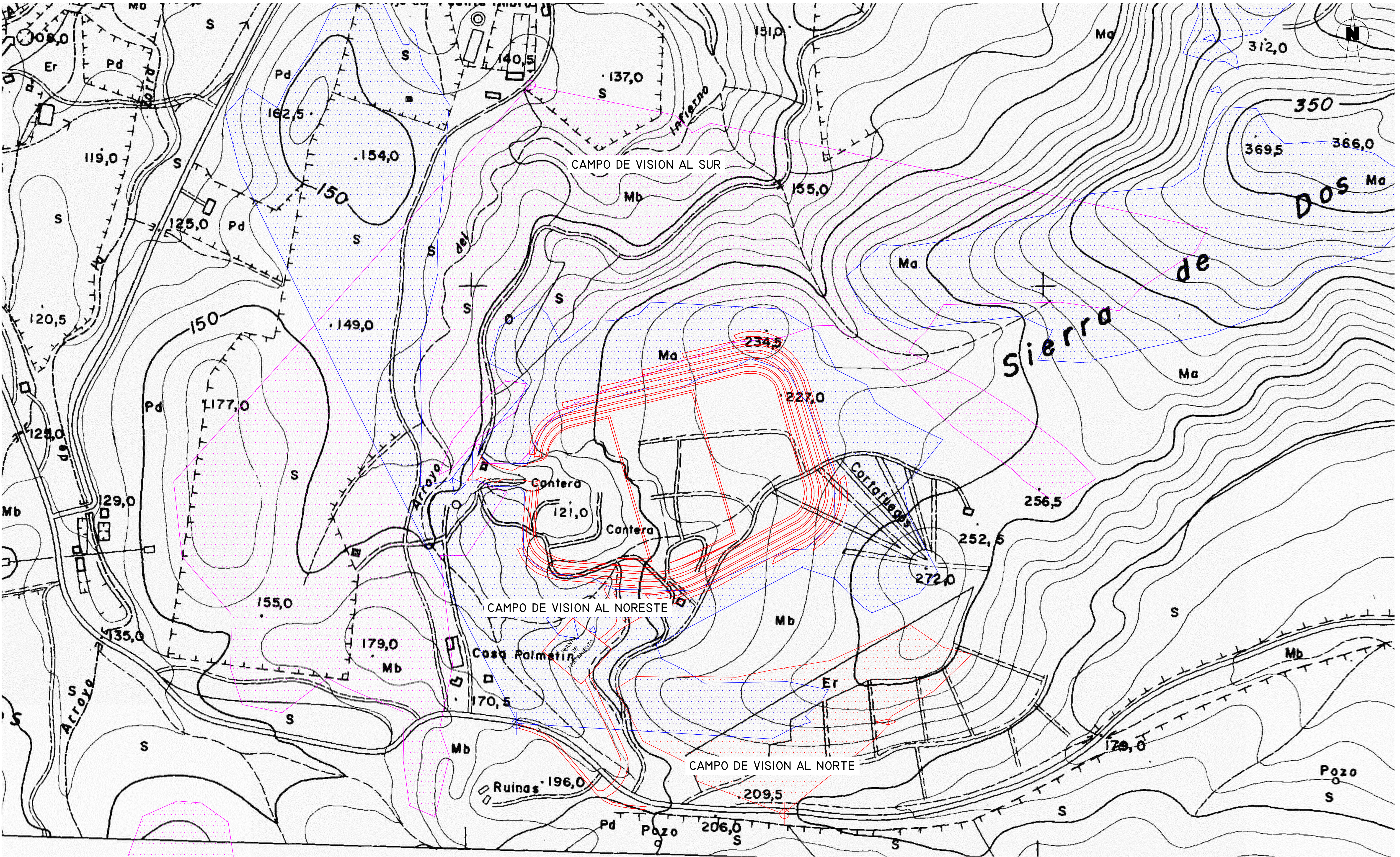




DATOS EXPOSICIÓN			
NÚMERO	ORIENTACIÓN MÍNIMA	ORIENTACIÓN MÁXIMA	COLOR
1	N0° 00' 00,00"E	N90° 00' 00,00"E	■
2	N90° 00' 00,00"E	S0° 00' 00,00"E	■
3	S0° 00' 00,00"E	N90° 00' 00,00"W	■
4	N90° 00' 00,00"W	N0° 00' 00,00"E	■

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL QUÍMICA INDUSTRIAL	
DIBUJADO		ISAAC RODRIGUEZ GARCIA			
COMPROBADO					
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:				
	RESTAURACION DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ARIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS. (SAN JOSE DEL VALLE). CADIZ				PLANO Nº: 5
1:2000	DENOMINACIÓN DEL PLANO:				HOJA Nº: 1
	ORIENTACIONES				

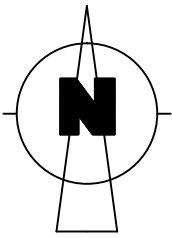
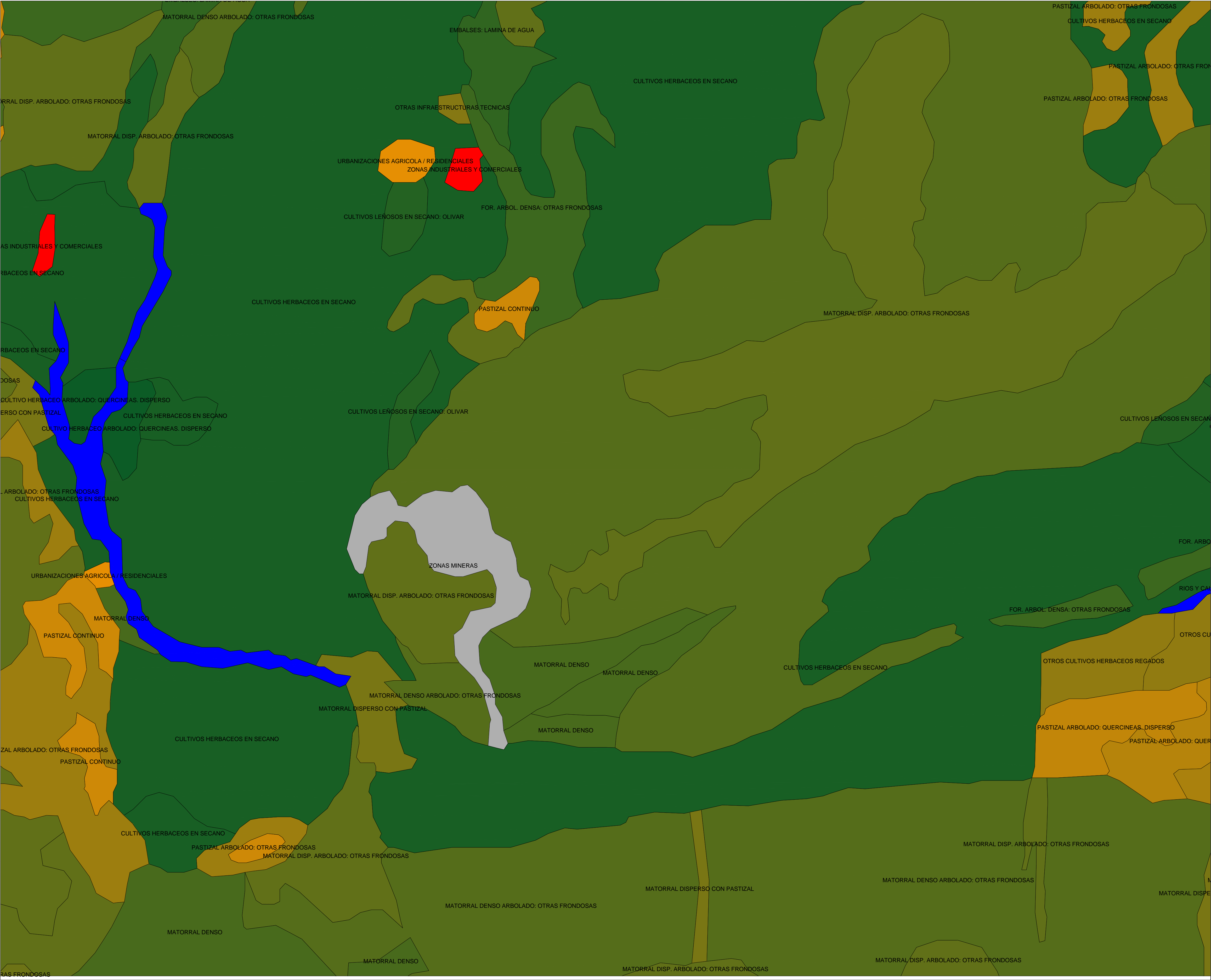




0 30 60 120 180 240 300 M.

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL QUÍMICA INDUSTRIAL	
DIBUJADO		ISAAC RODRIGUEZ GARCIA			
COMPROBADO					
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:				
1:3000	RESTAURACION DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ARIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS. (SAN JOSE DEL VALLE). CADIZ				
	DENOMINACIÓN DEL PLANO:				
CUENCAS VISUALES					PLANO Nº: 6
					HOJA Nº: 1





LEYENDA

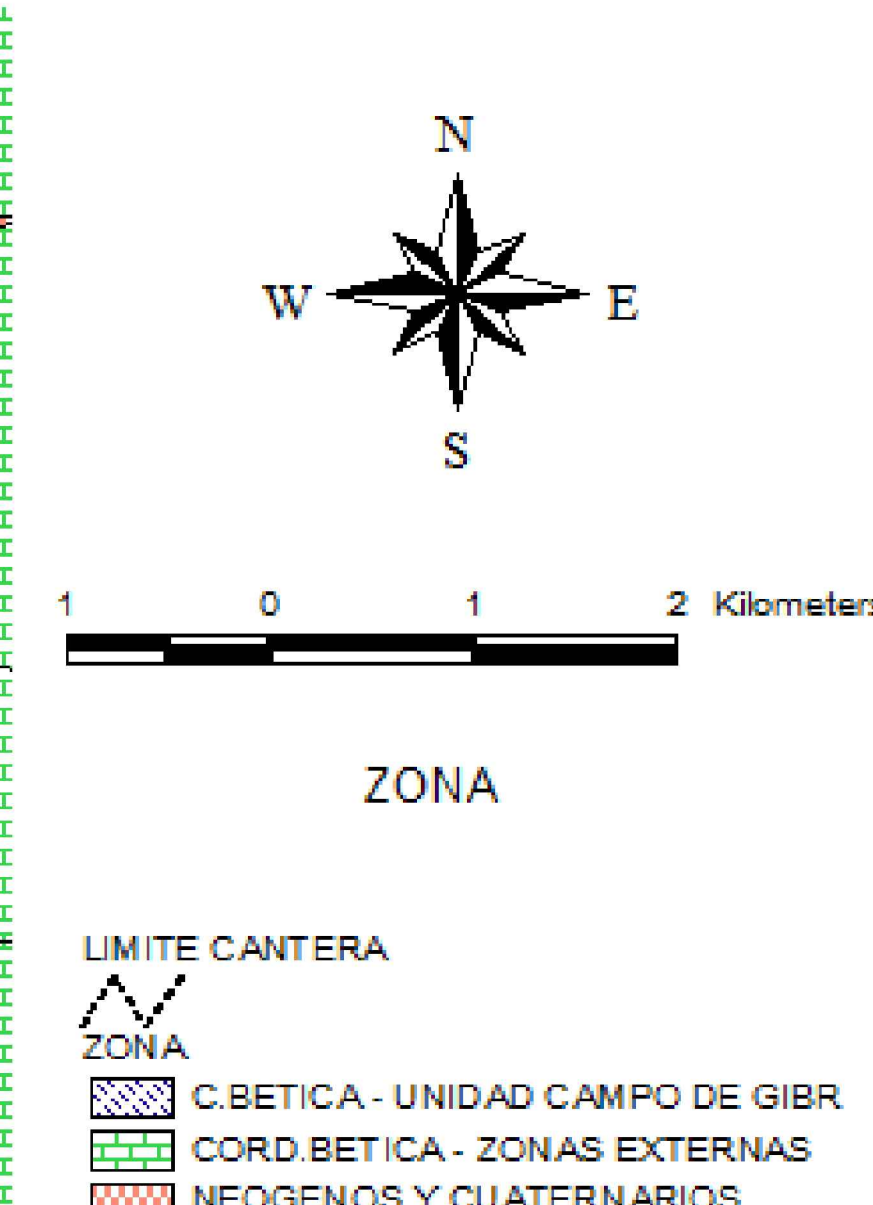
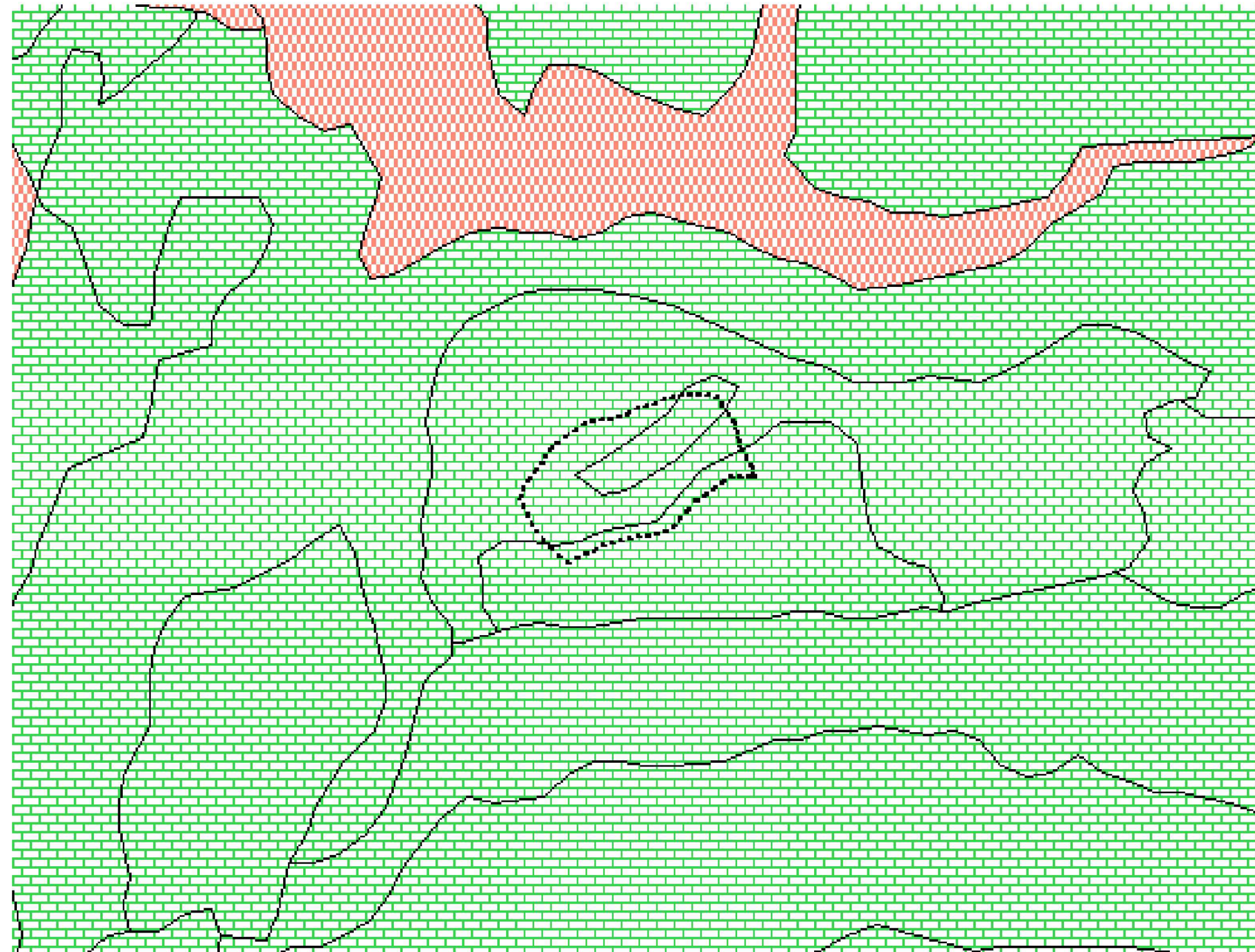
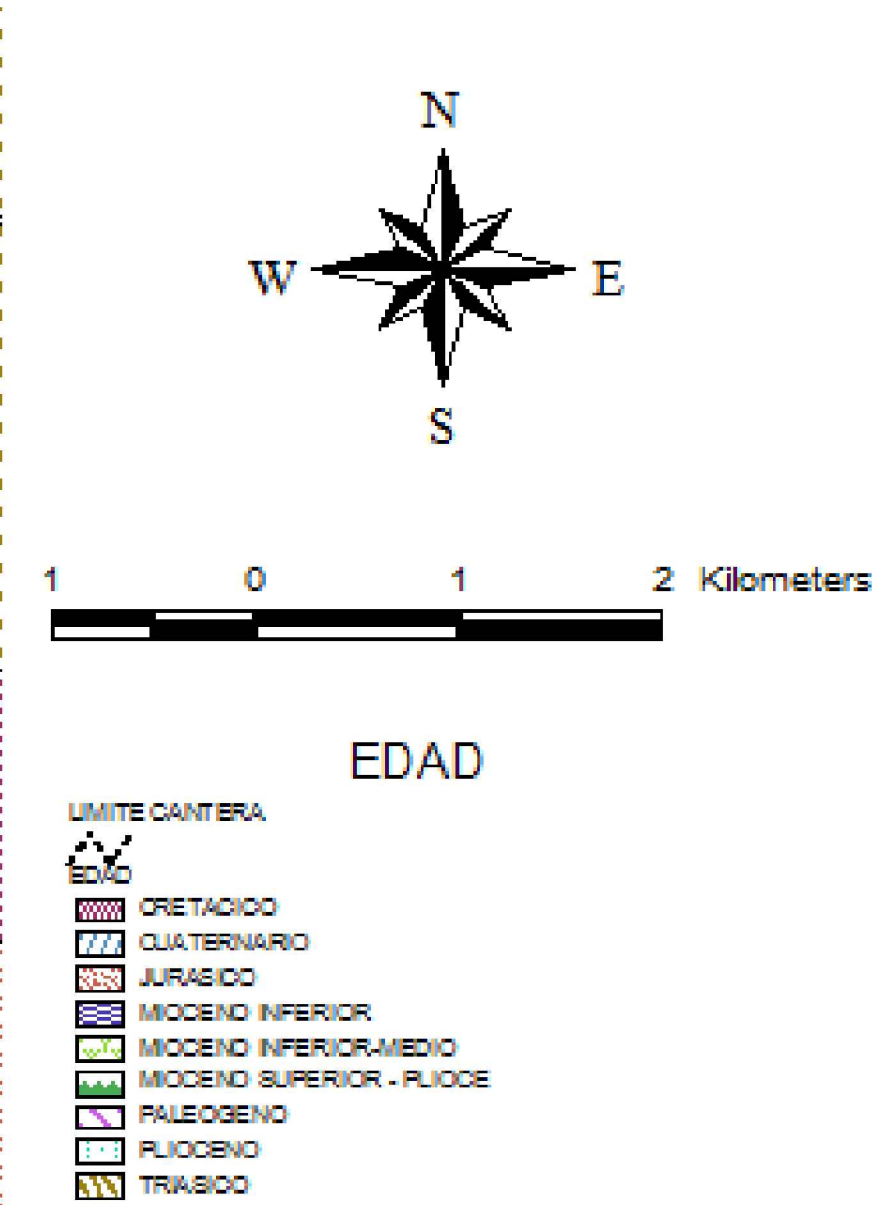
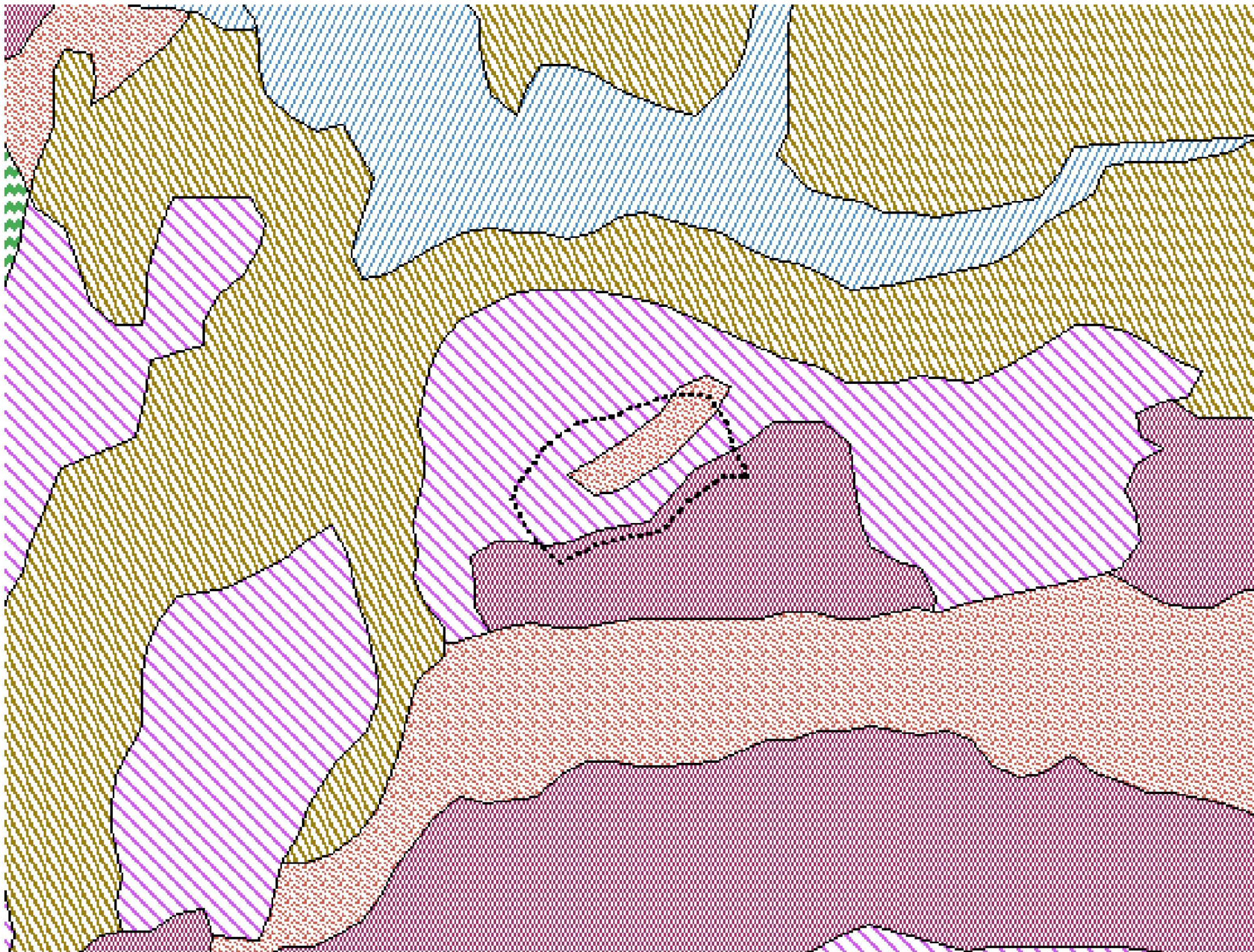
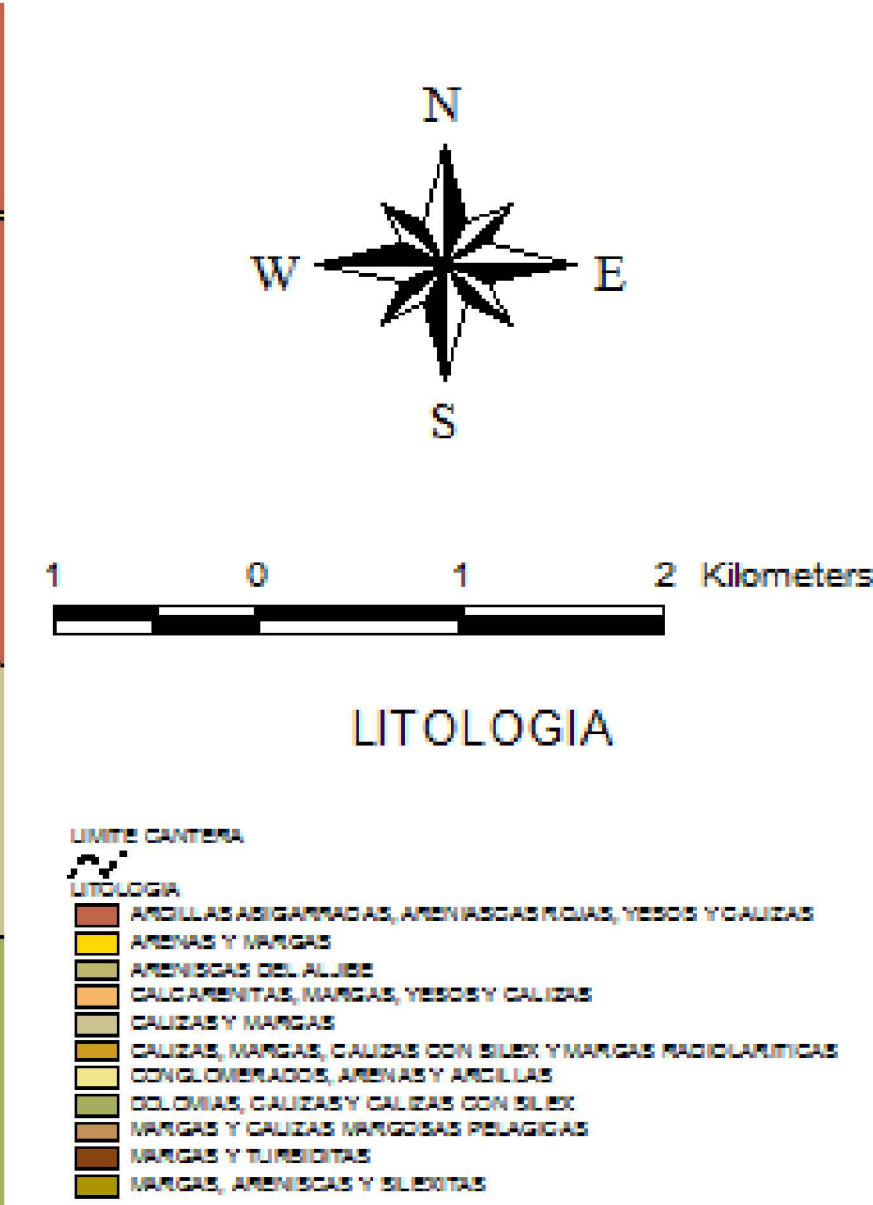
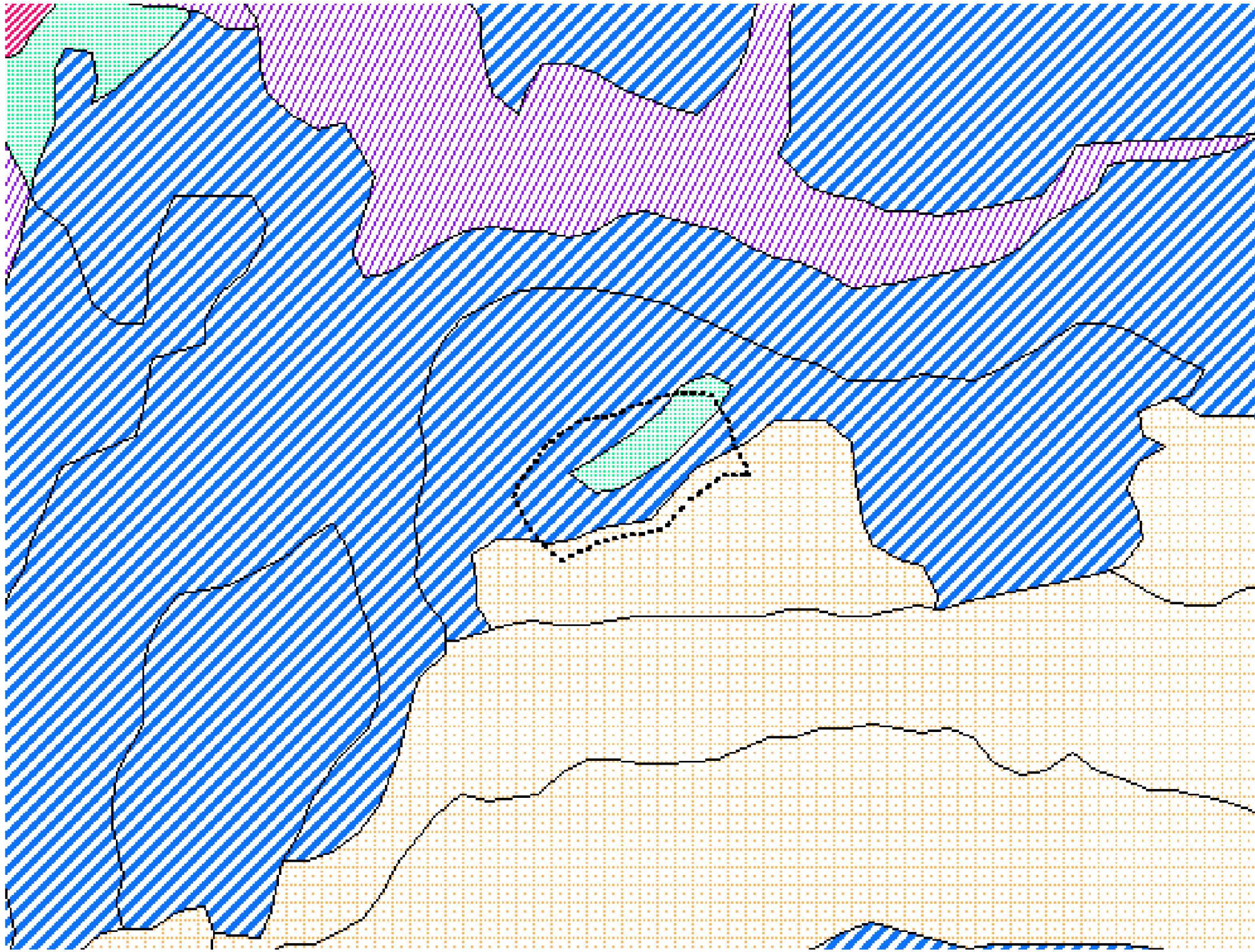
COBERTURA Y USOS DEL SUELO

USOS

- CULTIVO HERBACEO ARBOLADO: QUERCINEAS. DENSO
- CULTIVO HERBACEO ARBOLADO: QUERCINEAS. DISPERSO
- CULTIVOS HERBACEOS EN SECANO
- CULTIVOS LEÑOSOS EN SECANO: OLIVAR
- EMBALSES: LAMINA DE AGUA
- FOR. ARBOL. DENSA: OTRAS FRONDOSAS
- MATORRAL DENSO
- MATORRAL DENSO ARBOLADO: OTRAS FRONDOSAS
- MATORRAL DISP. ARBOLADO: OTRAS FRONDOSAS
- MATORRAL DISP. ARBOLADO: OTRAS MEZCLAS
- MATORRAL DISPERSO CON PASTIZAL
- OTRAS INFRAESTRUCTURAS TECNICAS
- OTROS CULTIVOS HERBACEOS REGADOS
- PASTIZAL ARBOLADO: OTRAS FRONDOSAS
- PASTIZAL ARBOLADO: OTRAS MEZCLAS
- PASTIZAL ARBOLADO: QUERCINEAS. DENSO
- PASTIZAL ARBOLADO: QUERCINEAS. DISPERSO
- PASTIZAL CONTINUO
- RIOS Y CAUCES NAT.:OTRAS FORM. RIPARIAS
- URBANIZACIONES AGRICOLA / RESIDENCIALES
- ZONAS INDUSTRIALES Y COMERCIALES
- ZONAS MINERAS

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL QUÍMICA INDUSTRIAL	
DIBUJADO		ISAAC RODRIGUEZ GARCIA			
COMPROBADO					
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:				
1:5000	RESTAURACION DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ARIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS. (SAN JOSE DEL VALLE). CADIZ			PLANO Nº: 7	
	DENOMINACIÓN DEL PLANO: USOS Y COBERTURAS VEGETALES			HOJA Nº: 1	

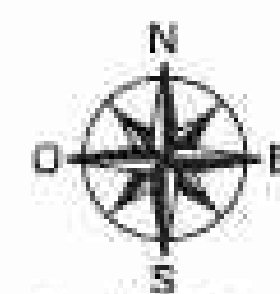




	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS	
DIBUJADO		ISAAC RODRIGUEZ GARCIA		INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL	
COMPROBADO				QUÍMICA INDUSTRIAL	
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:				
	RESTAURACION DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ARIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS. (SAN JOSE DEL VALLE). CADIZ				
	DENOMINACIÓN DEL PLANO:				PLANO Nº: 8
	GEOLOGIA				HOJA Nº: 1



### SITUACIÓN DEL ACUÍFERO EN LA PROVINCIA



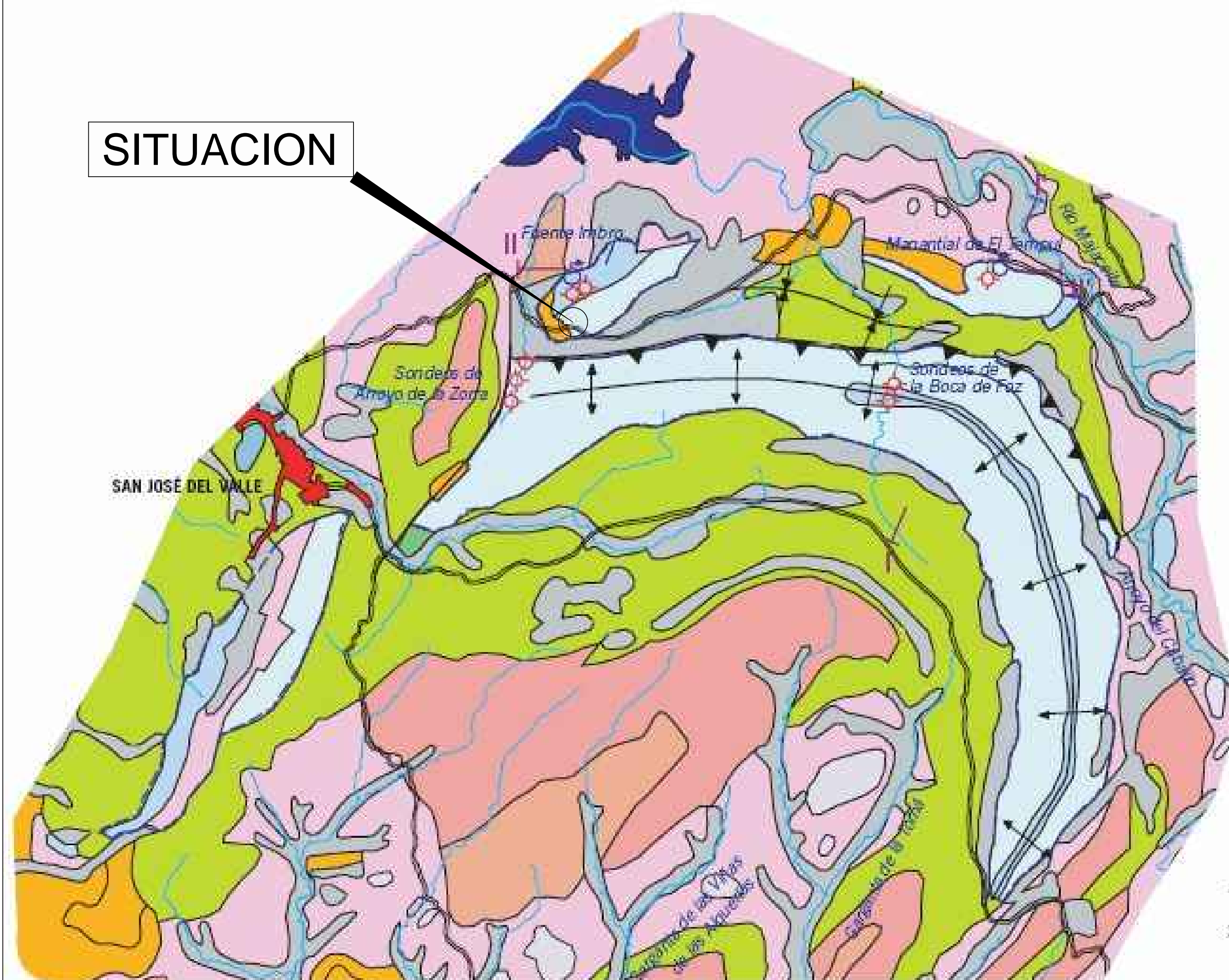
Escala gráfica



### LEYENDA

LITOLOGÍA	EDAD GEOLÓGICA	PERMEABILIDAD
Arenas y gravas (depósitos fluviales). Depósitos de ladera	Cuaternario	Media
Calcarenitas y margas azules	Mioceno superior	Medio-baja
Margas y margocalizas blancas	Oligoceno	Baja
Margas y margocalizas con niveles turbidíticos	Paleoceno	Baja
Margas y margocalizas blancas y verdes. Margas y margocalizas rojas	Cretácico	Baja
Calizas oolíticas y calizas tabeadas	Dogger-Malm	Alta
Calizas y dolomías	Uas	Alta
Dolomías tabeadas y carníolas	Trásico superior	Alta
Arcillas con evaporitas	Trásico superior	Baja

### SITUACION

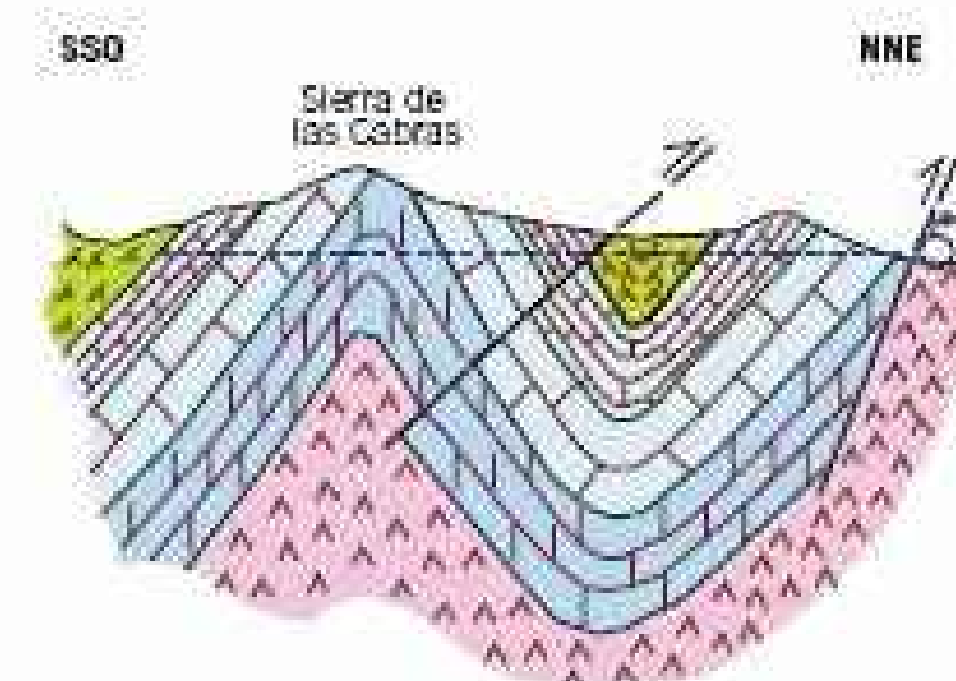


### SIMBOLOGÍA

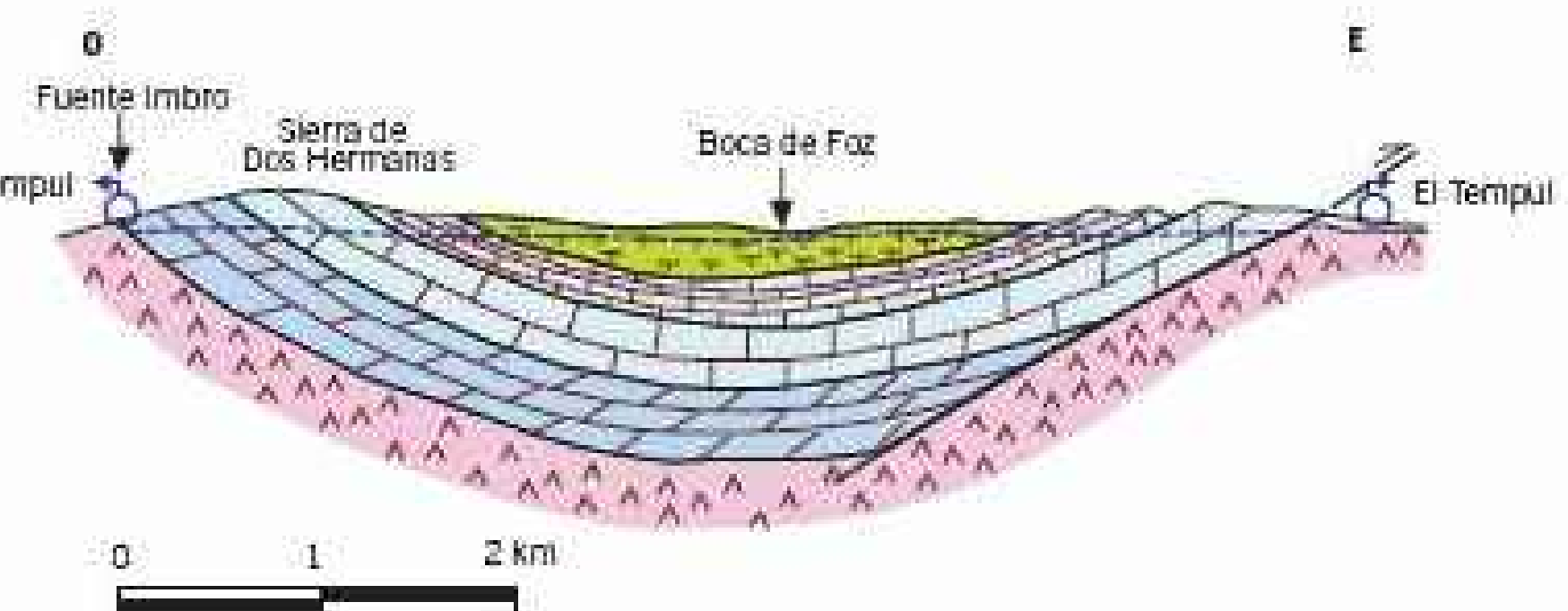
Lámina de aguas	-----	Limite superficial de acuífero		Sinclinal
Red hidrográfica	I - I'	Localización del corte hidrogeológico		Anticlinal
Carreteras		Sondeo		Falla
Núcleos urbanos		Manantial		Falla inversa
	-----	Nivel piezométrico		

### CORTES HIDROGEOLÓGICOS

#### CORTE I-I'

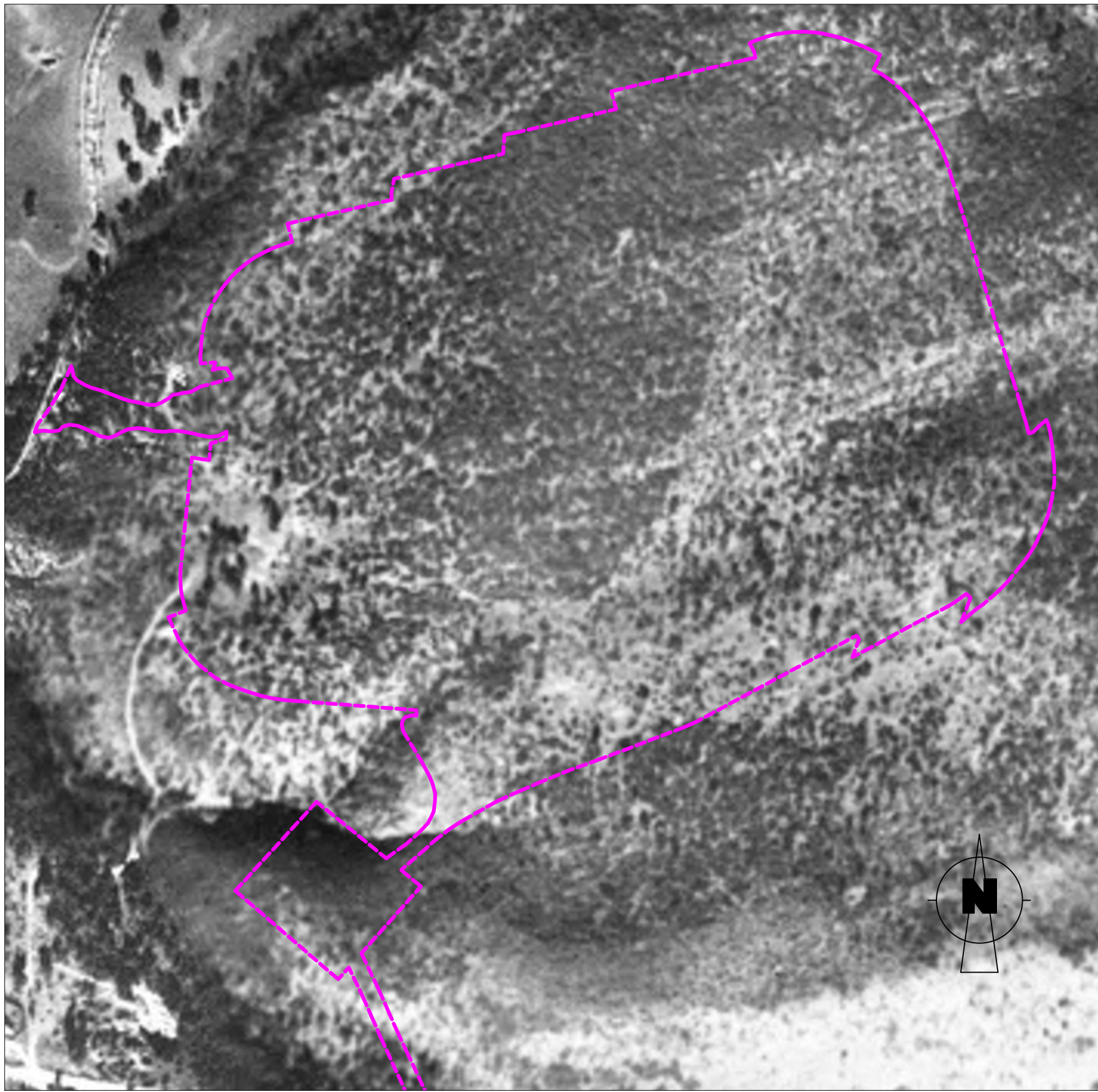


#### CORTE II-II'

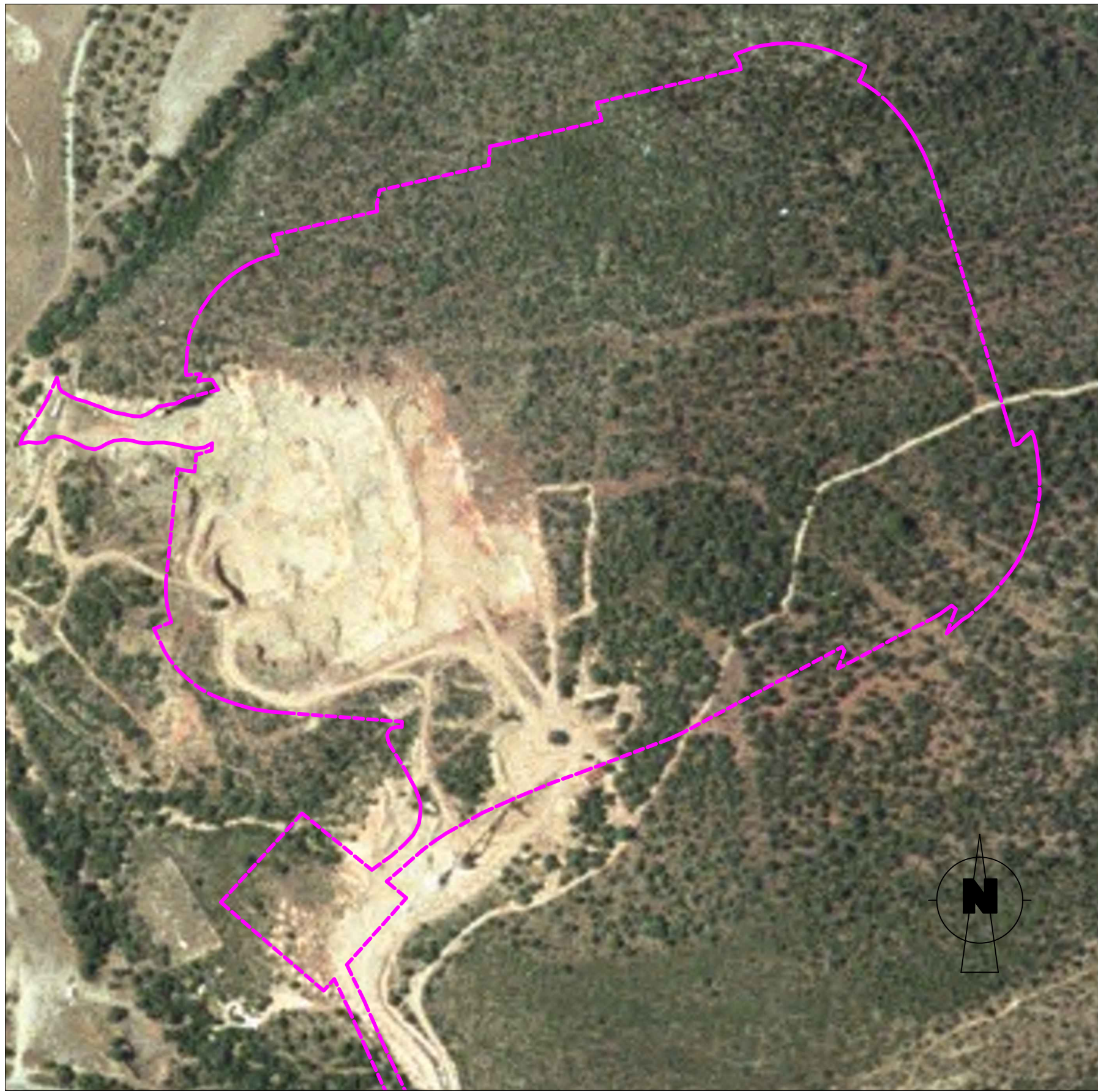


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL QUÍMICA INDUSTRIAL
DIBUJADO		ISAAC RODRIGUEZ GARCIA		
COMPROBADO				
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:			
	RESTAURACION DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ARIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS. (SAN JOSE DEL VALLE). CADIZ			
	DENOMINACIÓN DEL PLANO:			PLANO Nº: 9
	HIDROGEOLOGIA			HOJA Nº: 1

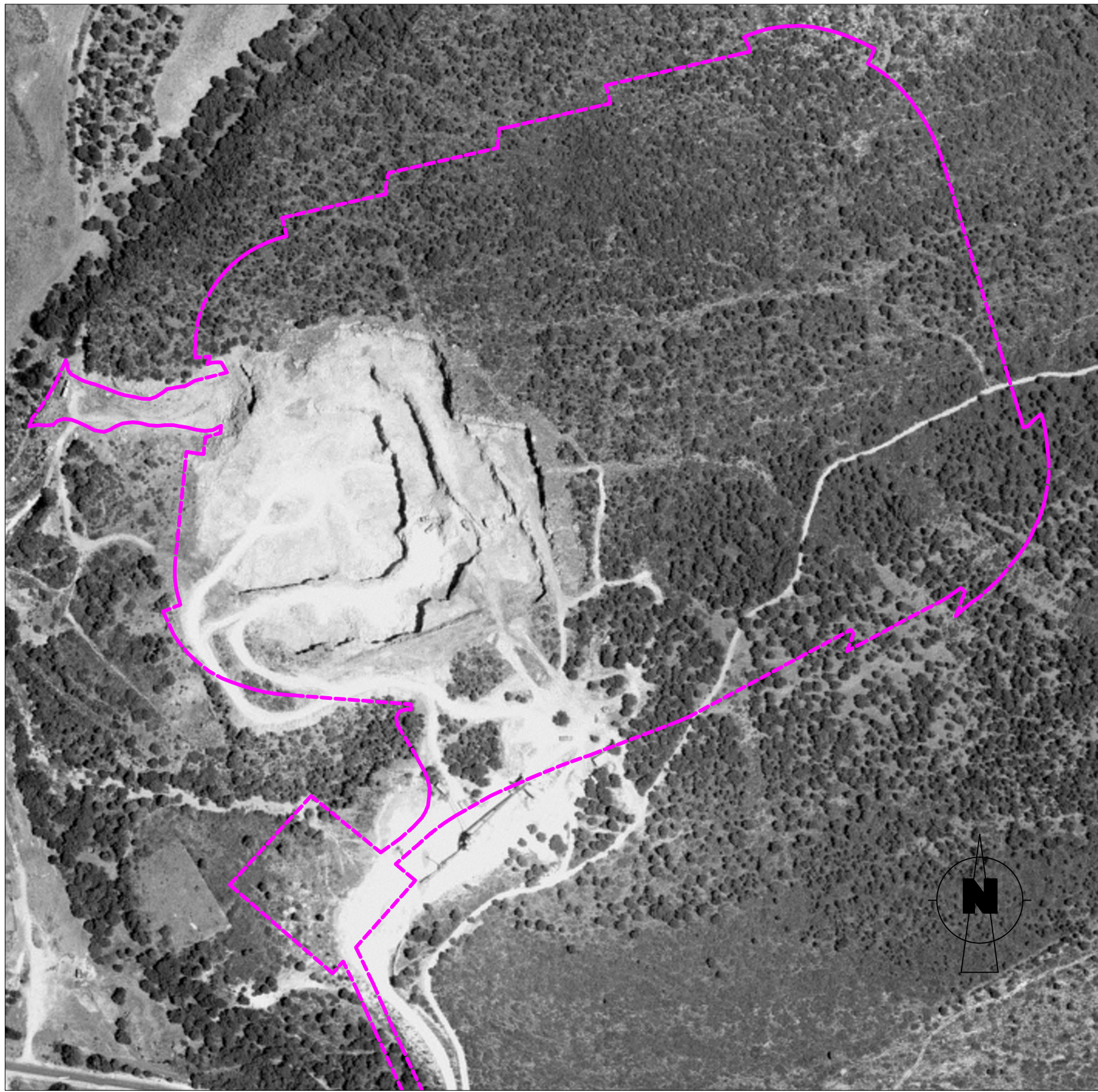




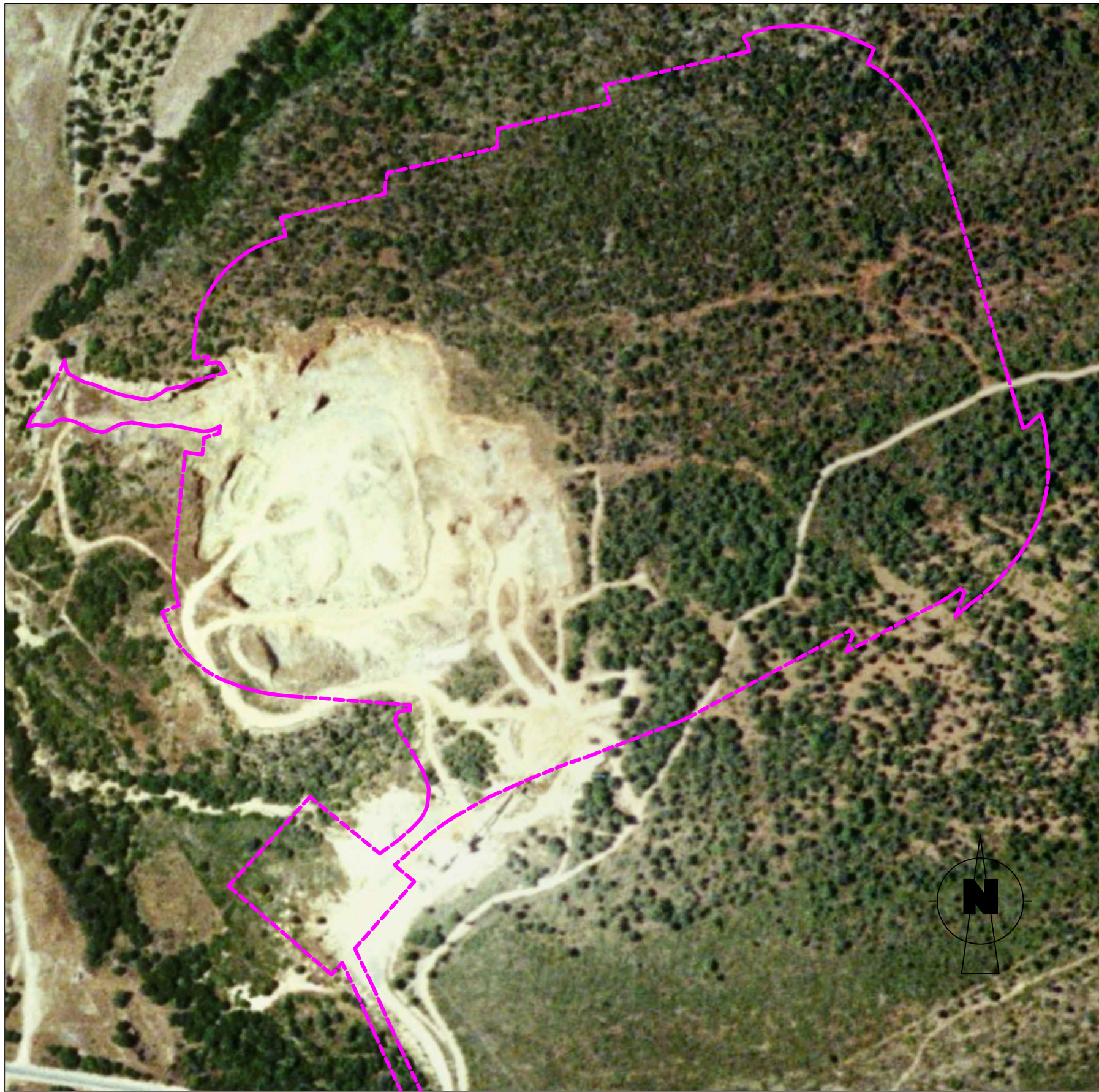
AÑO 1956



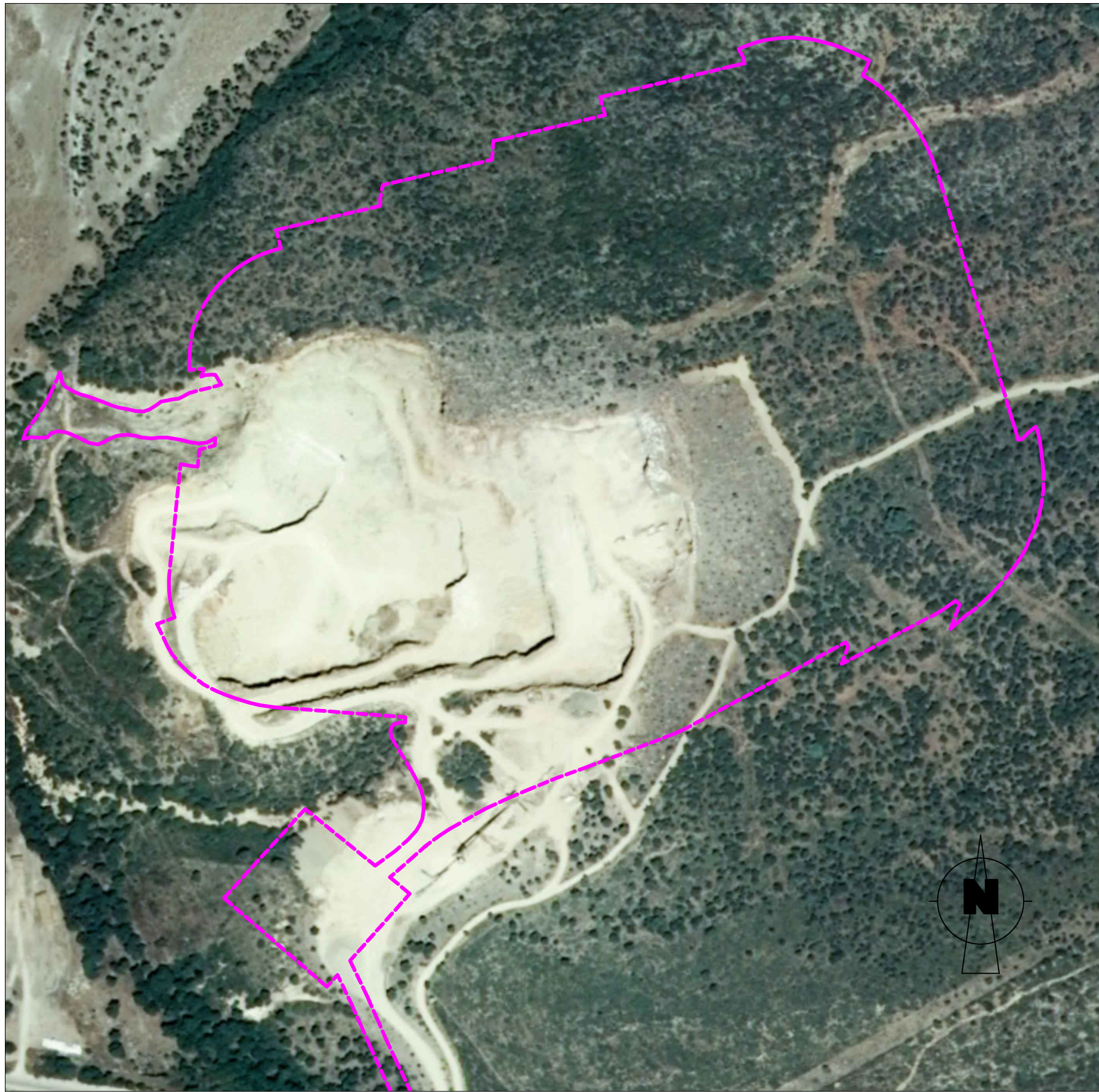
AÑO 1999



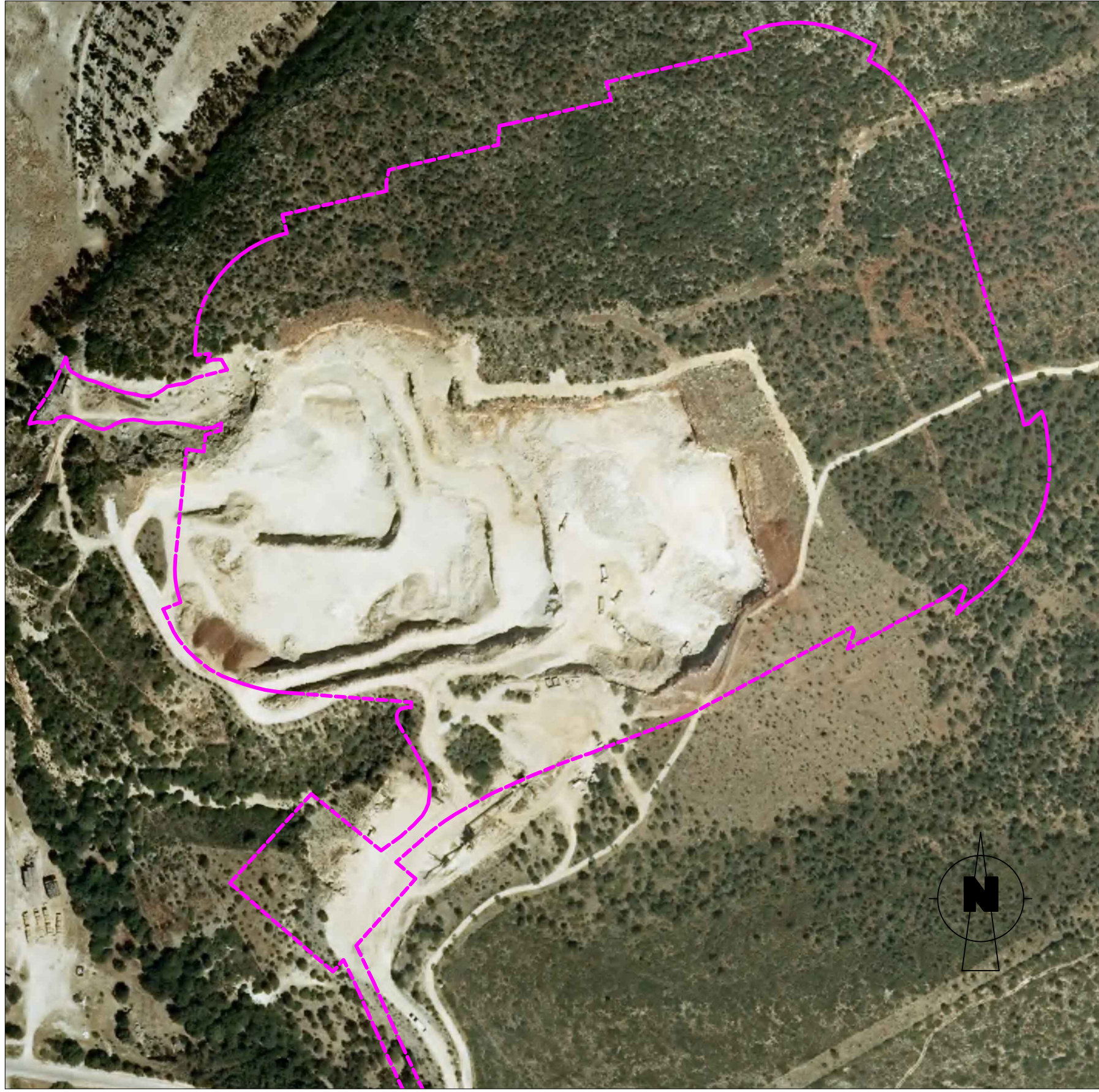
AÑO 2002



AÑO 2004



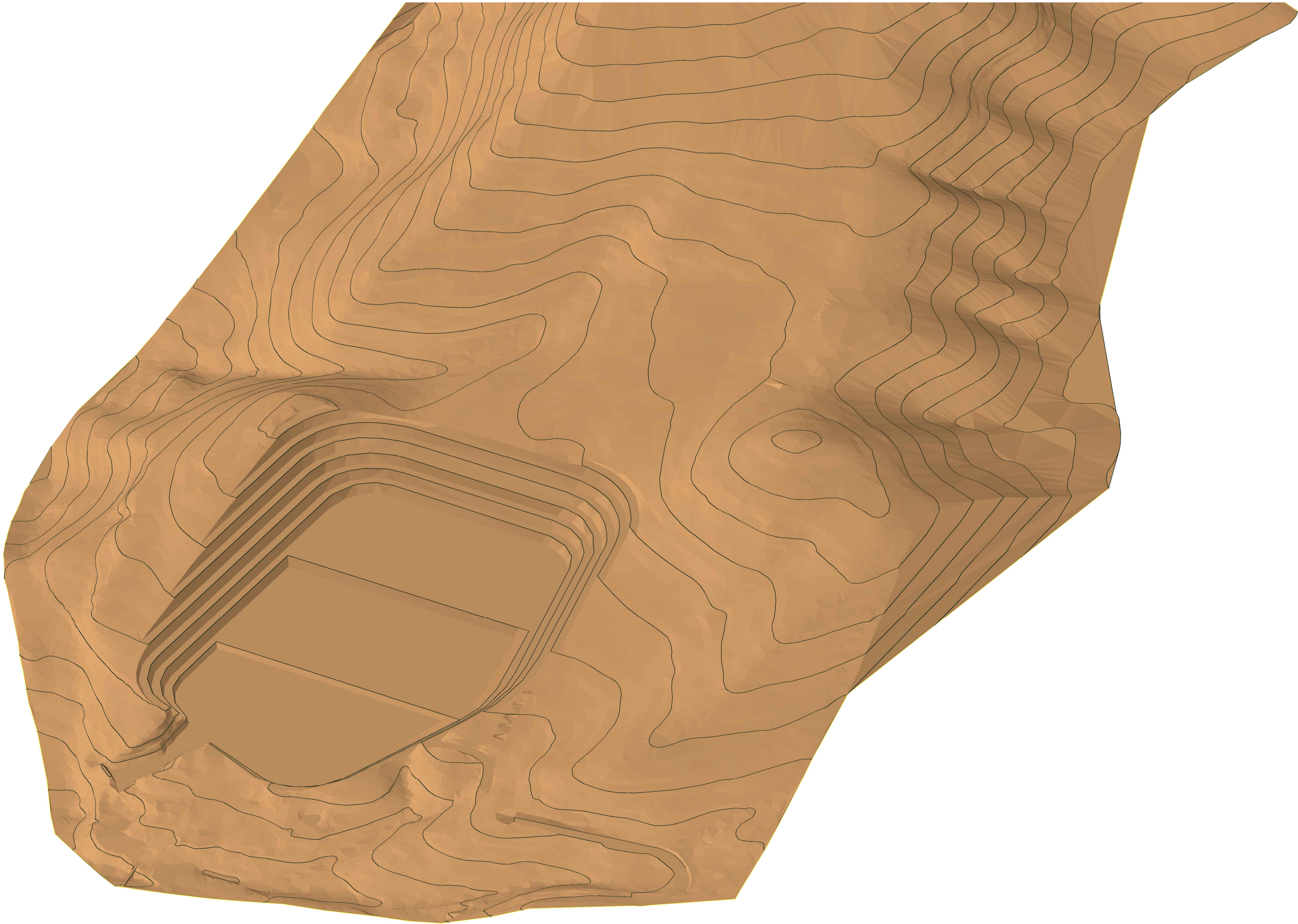
AÑO 2007



AÑO 2009

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS	
DIBUJADO		ISAAC RODRIGUEZ GARCIA		INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL	
COMPROBADO				QUÍMICA INDUSTRIAL	
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:				
1:3000	RESTAURACION DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ARIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS. (SAN JOSE DEL VALLE). CADIZ				
	DENOMINACIÓN DEL PLANO:				PLANO Nº:
	EVOLUCION DE LA EXPLOTACION				10
				HOJA Nº:	1





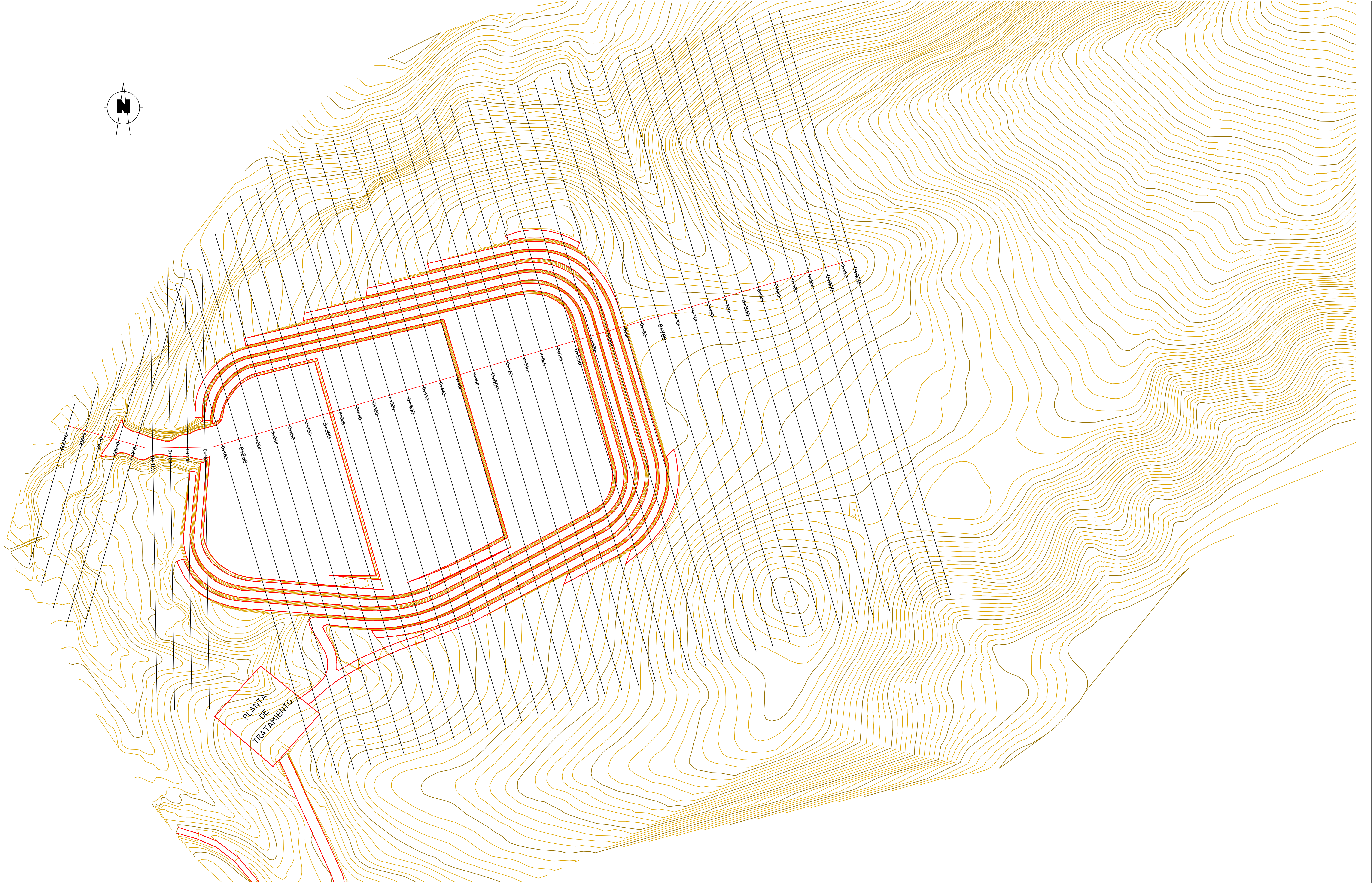
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL QUÍMICA INDUSTRIAL	
DIBUJADO		ISAAC RODRIGUEZ GARCIA			
COMPROBADO					
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:				
	RESTAURACION DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ARIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS. (SAN JOSE DEL VALLE). CADIZ				
	DENOMINACIÓN DEL PLANO:				PLANO Nº: 11
	PERSPECTIVA				HOJA Nº: 1



Gráfico de área que mostra a evolução da COTA (marr) e da COTA - TERRÉND (verde) ao longo de um período de tempo. O eixo Y representa a COTA (marr) e o eixo X representa a COTA - TERRÉND. A linha marr começa em 130 e sobe para 230. A linha verde começa em 130 e sobe para 230.

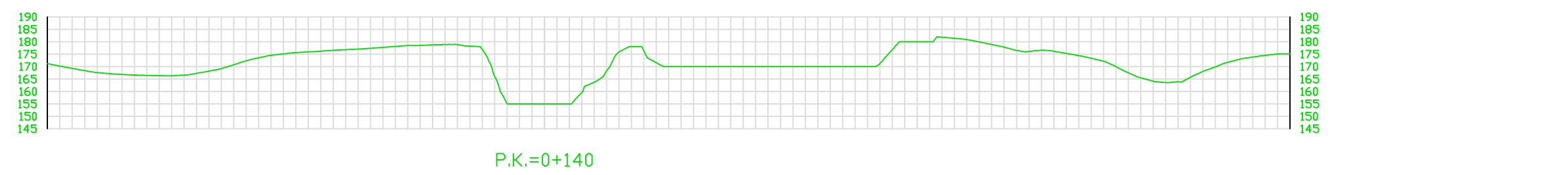
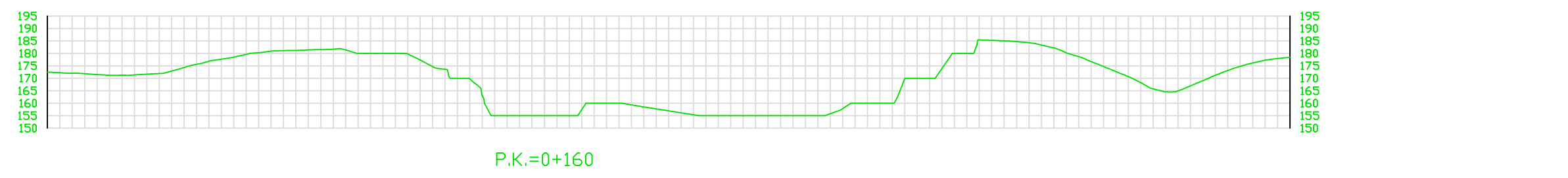
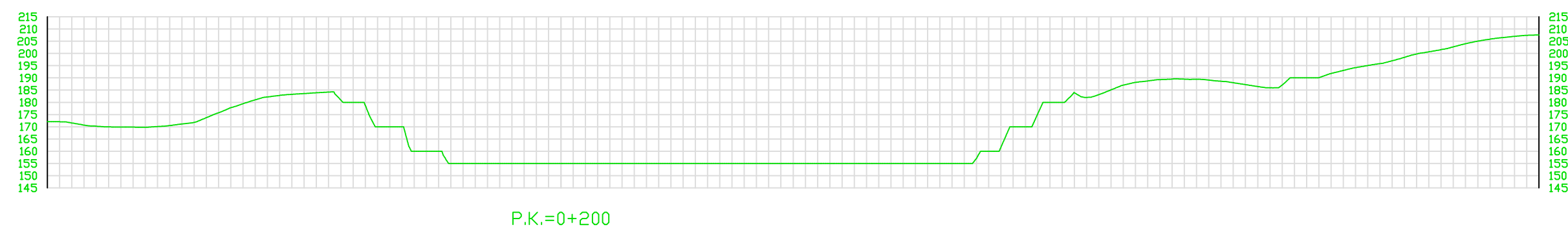
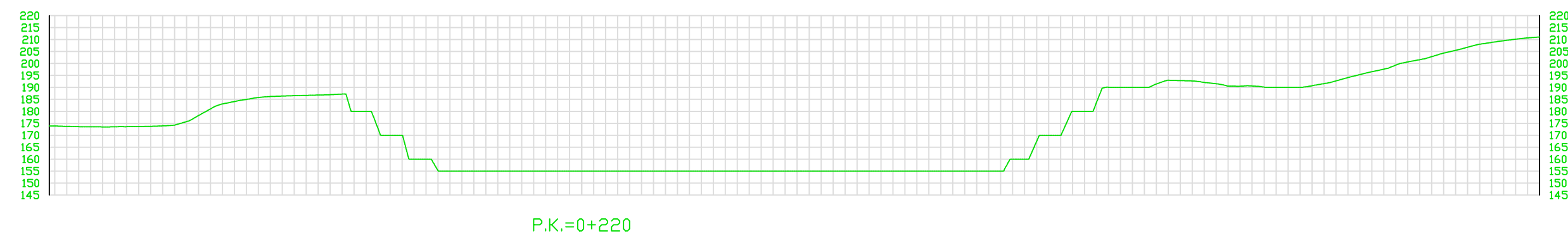
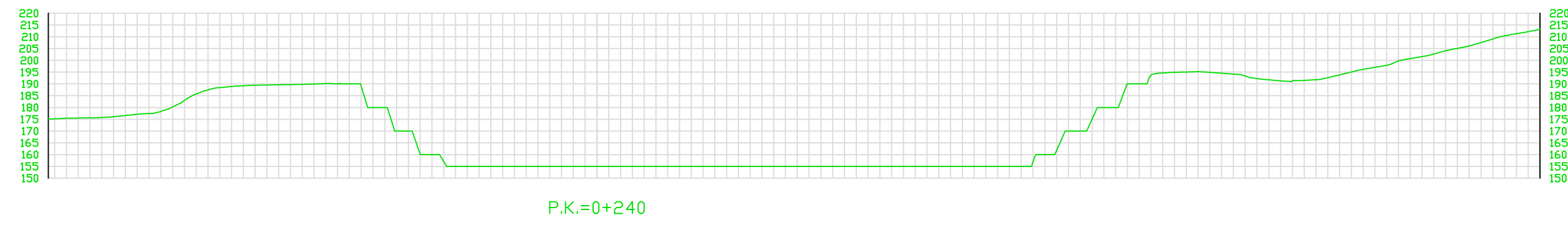
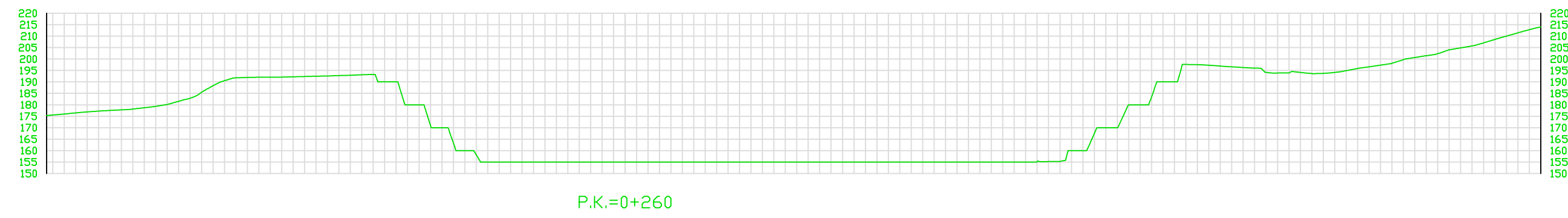
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	<b>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS</b> INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL QUÍMICA INDUSTRIAL
DIBUJADO		ISAAC RODRIGUEZ GARCIA		
COMPROBADO				
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:			
1:2000	RESTAURACION DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ARIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS. (SAN JOSE DEL VALLE). CADIZ			
	DENOMINACIÓN DEL PLANO:			PLANO Nº: <b>12</b> HOJA Nº: <b>1</b>
<b>PLANTA Y PERFIL</b>				





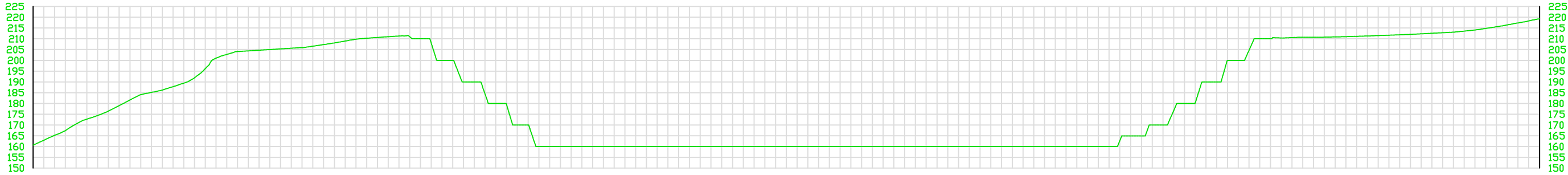
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL QUÍMICA INDUSTRIAL	
DIBUJADO		ISAAC RODRIGUEZ GARCIA			
COMPROBADO					
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:				
1:2000	RESTAURACION DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ARIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS. (SAN JOSE DEL VALLE). CADIZ				
	DENOMINACIÓN DEL PLANO:				PLANO Nº: 13 HOJA Nº: 1
SITUACION SECCIONES					



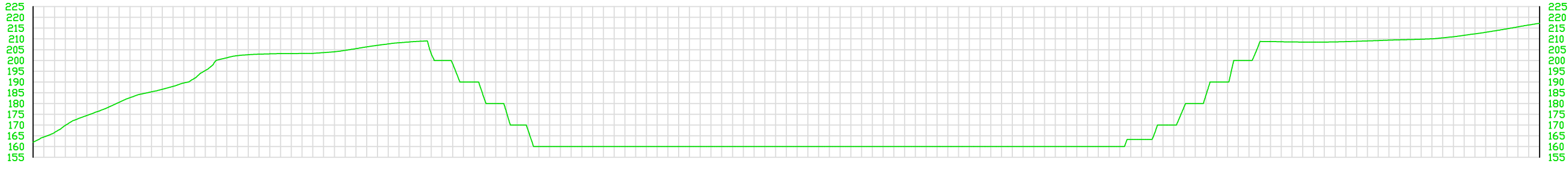


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	<b>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS</b> INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL QUÍMICA INDUSTRIAL
DIBUJADO	ISAAC RODRIGUEZ GARCIA			
COMPROBADO				
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:			
1:2000	RESTAURACIÓN DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ARIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS. (SAN JOSE DEL VALLE). CADIZ			
	DENOMINACIÓN DEL PLANO:			PLANO Nº: <b>14</b> HOJA Nº: <b>1</b>
<b>SECCIONES</b>				

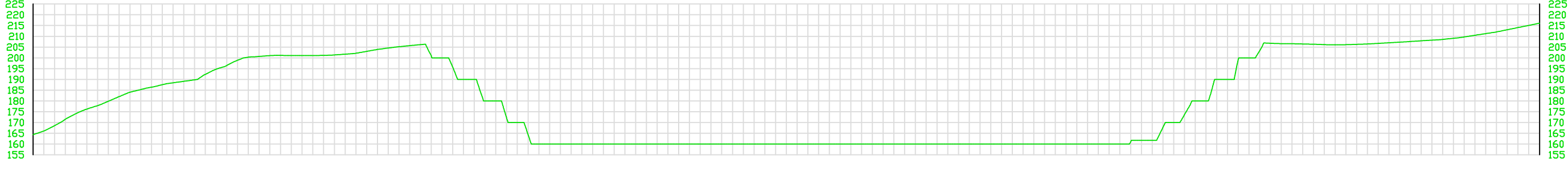




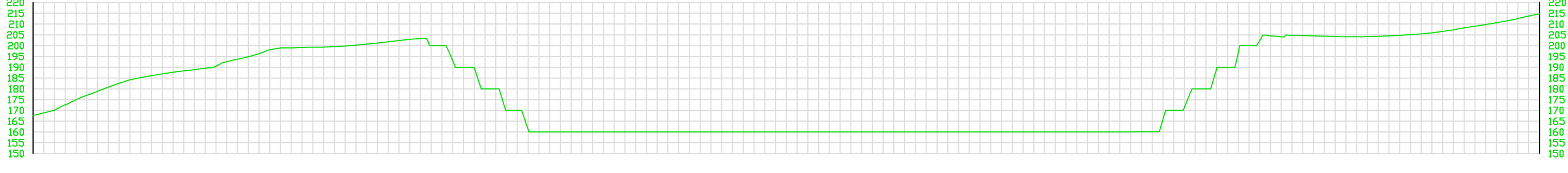
P.K.=0+400



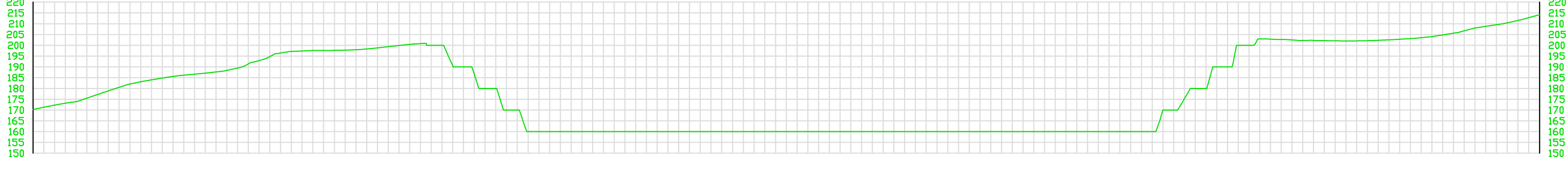
P.K.=0+380



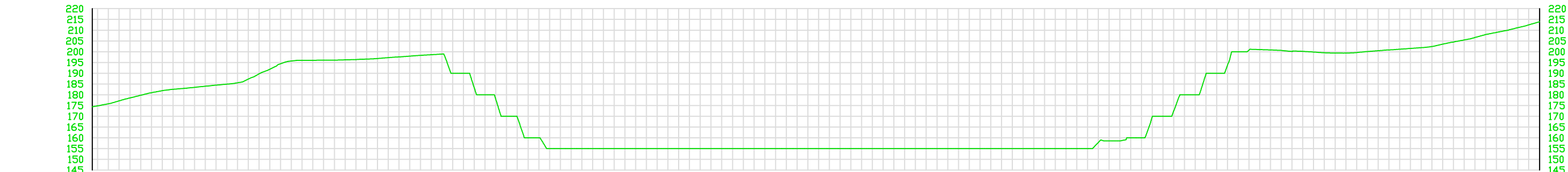
P.K.=0+360



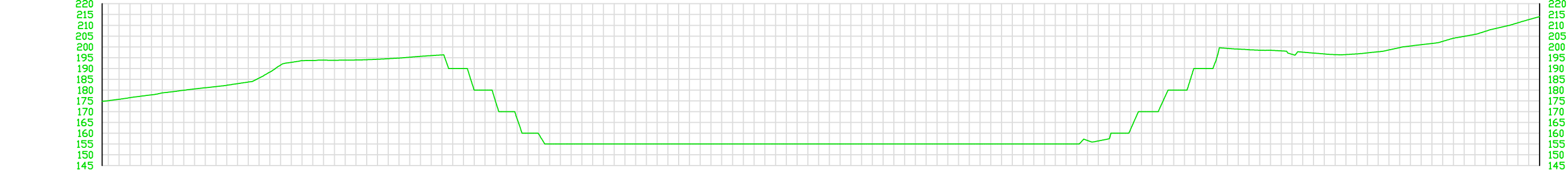
P.K.=0+340



P.K.=0+320



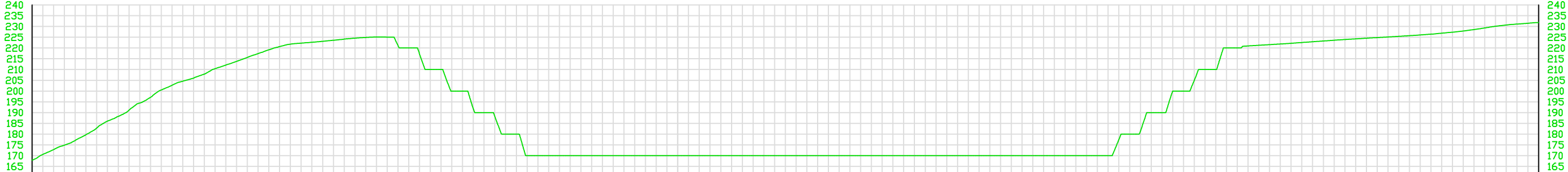
P.K.=0+300



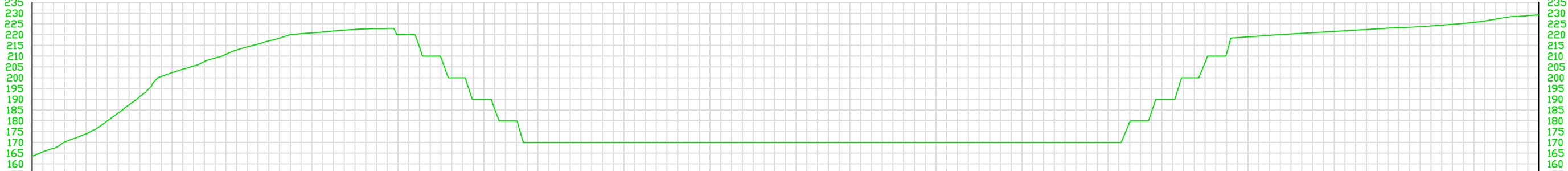
P.K.=0+280



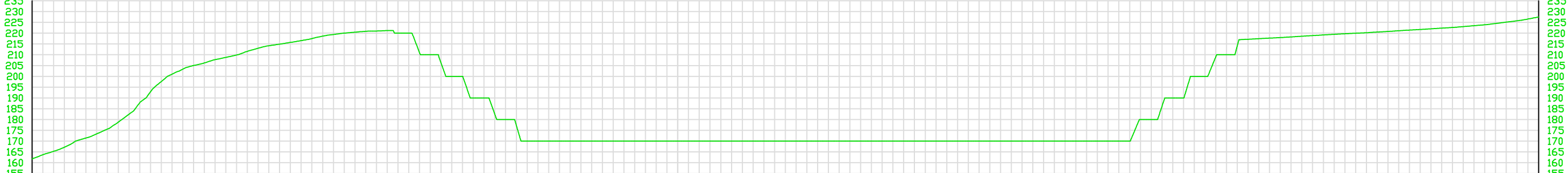
P.K.=0+540



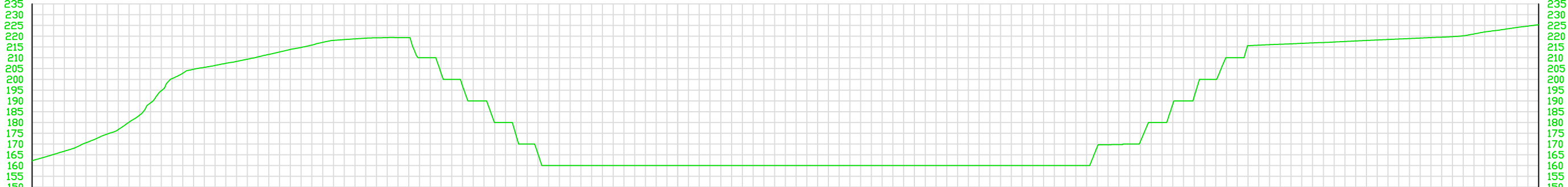
P.K.=0+520



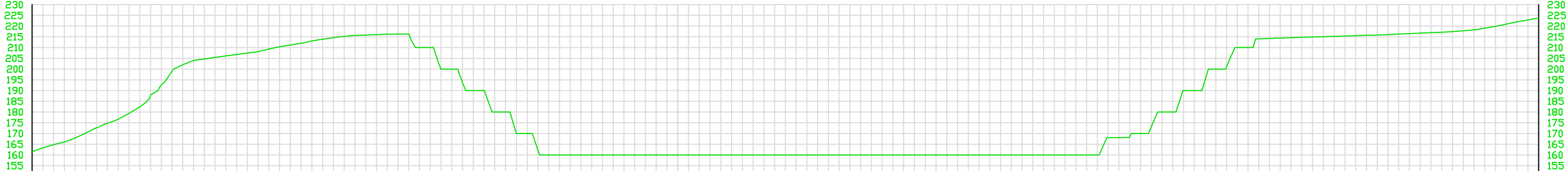
P.K.=0+500



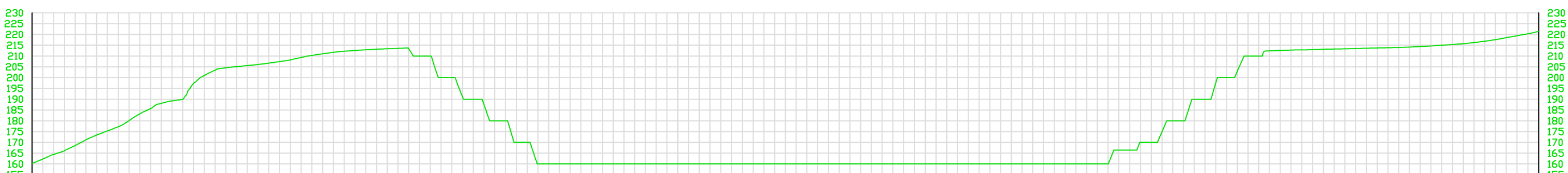
P.K.=0+480



P.K.=0+460

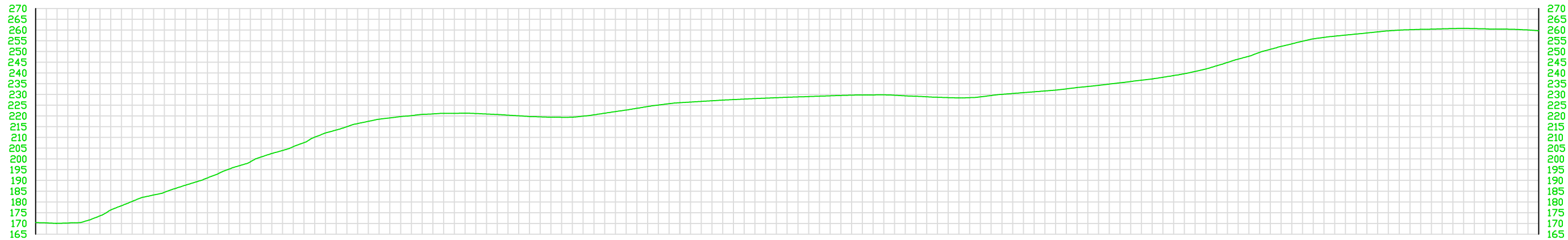


P.K.=0+440

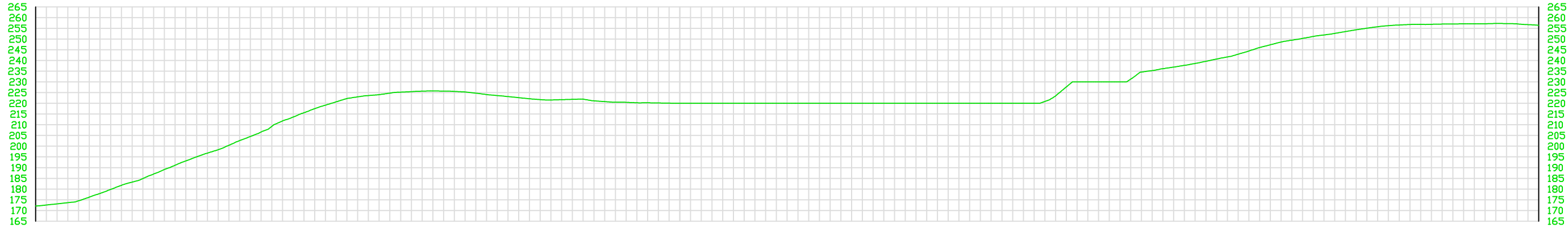


P.K.=0+420

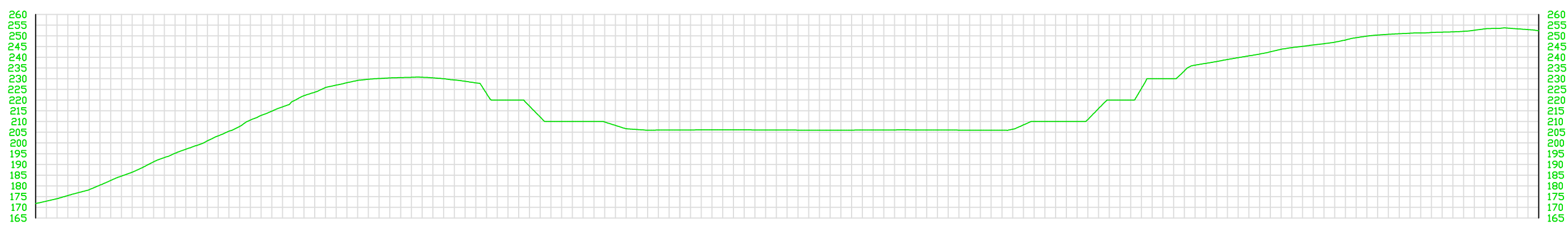
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGERIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL QUÍMICA INDUSTRIAL	
DIBUJADO		ISAAC RODRIGUEZ GARCIA			
COMPROBADO					
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:				
1:2000	RESTAURACION DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ARIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS. (SAN JOSE DEL VALLE). CADIZ				
	DENOMINACIÓN DEL PLANO:				PLANO Nº: 14
	SITUACION PERFILES				HOJA Nº: 2



P.K.=0+680



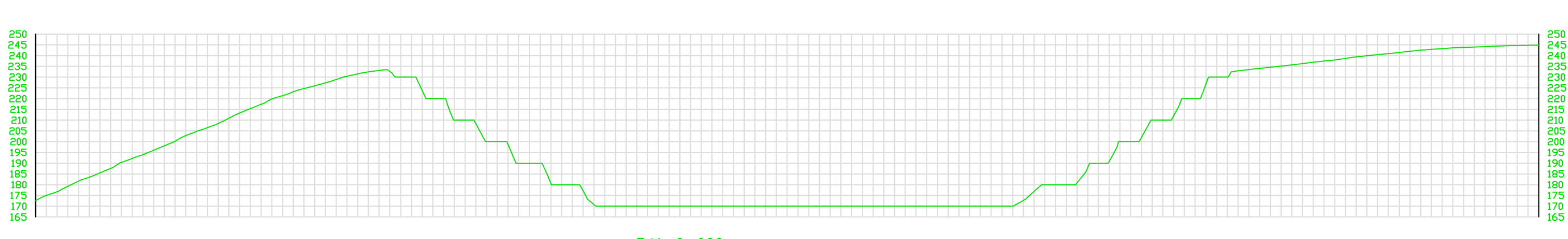
P.K.=0+660



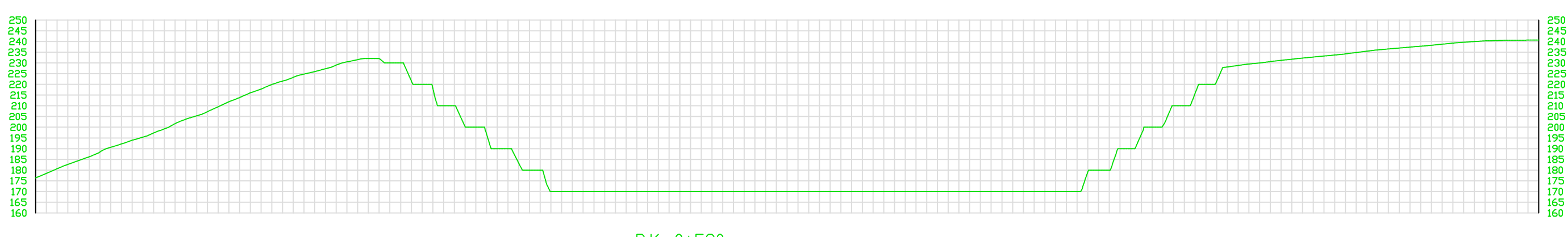
P.K.=0+640



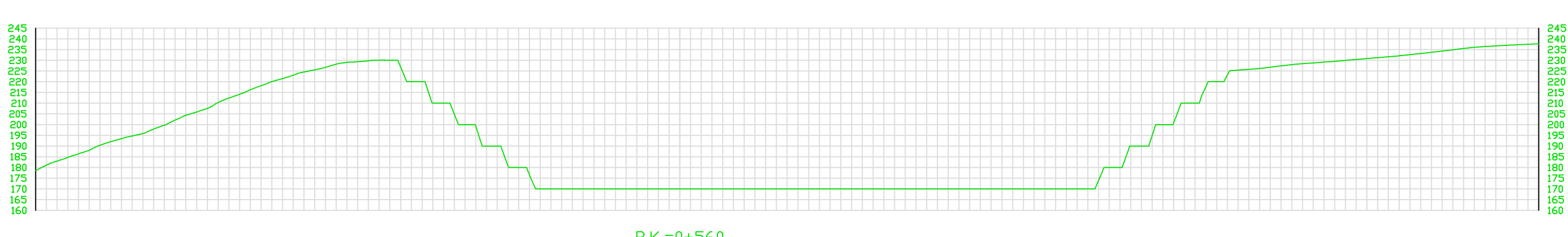
P.K.=0+620



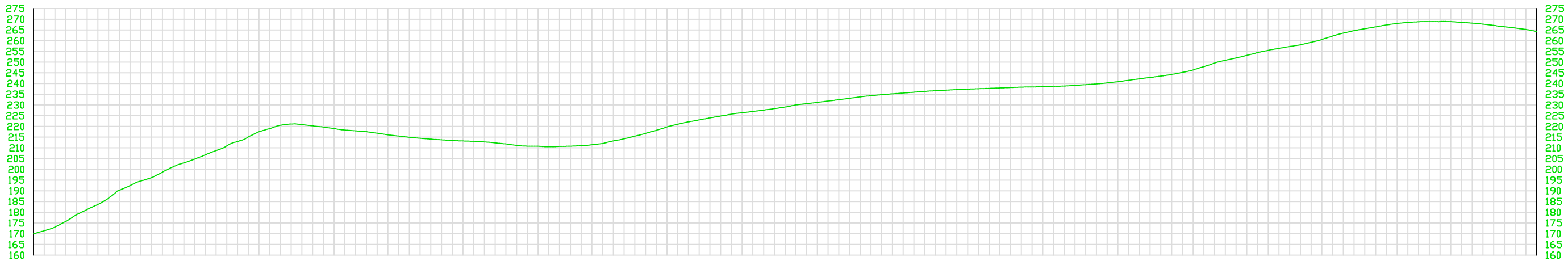
P.K.=0+600



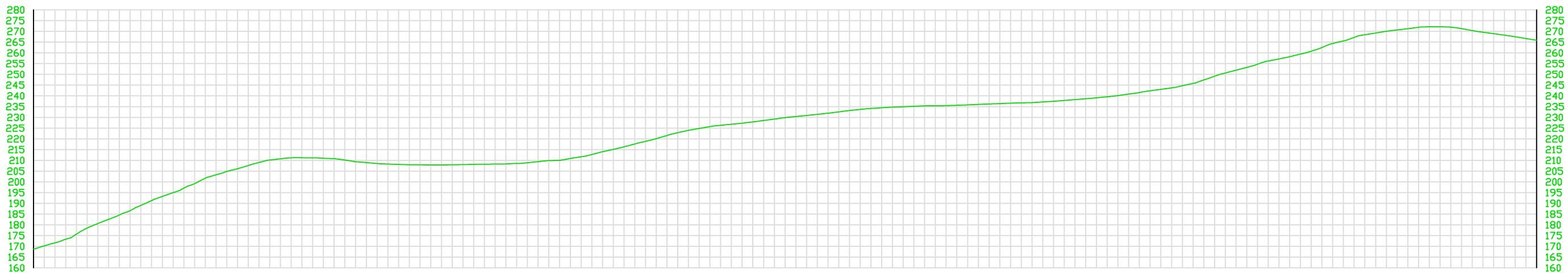
P.K.=0+580



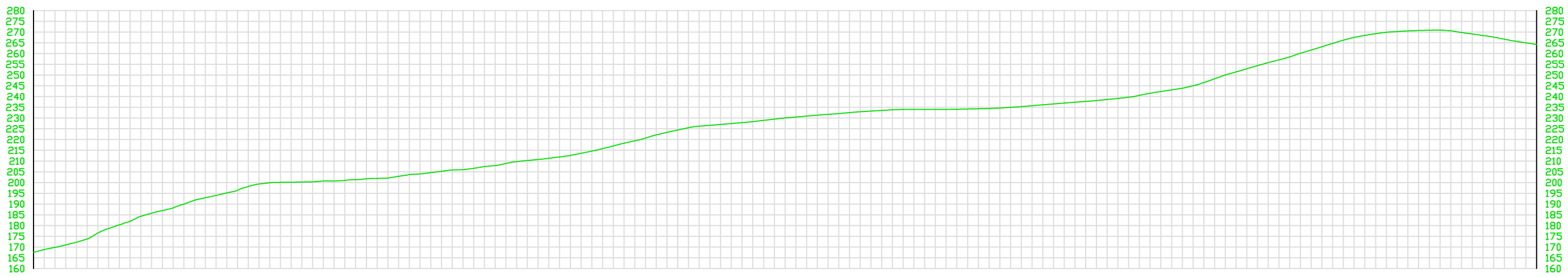
P.K.=0+560



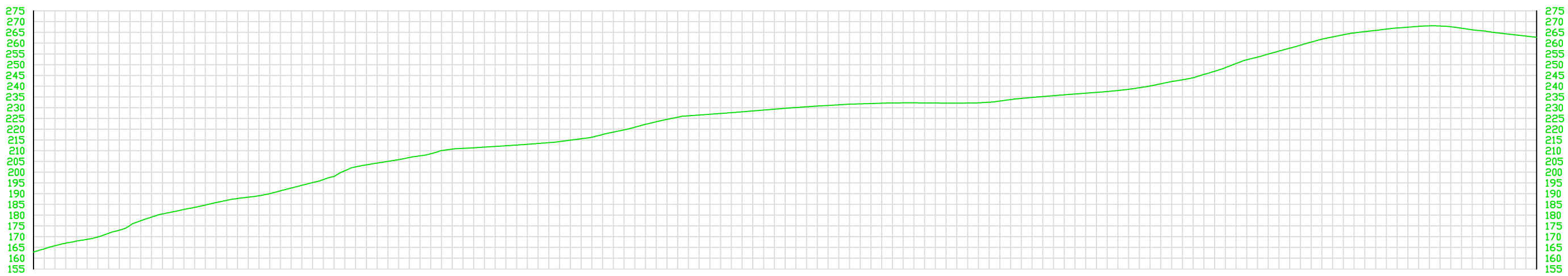
P.K.=0+780



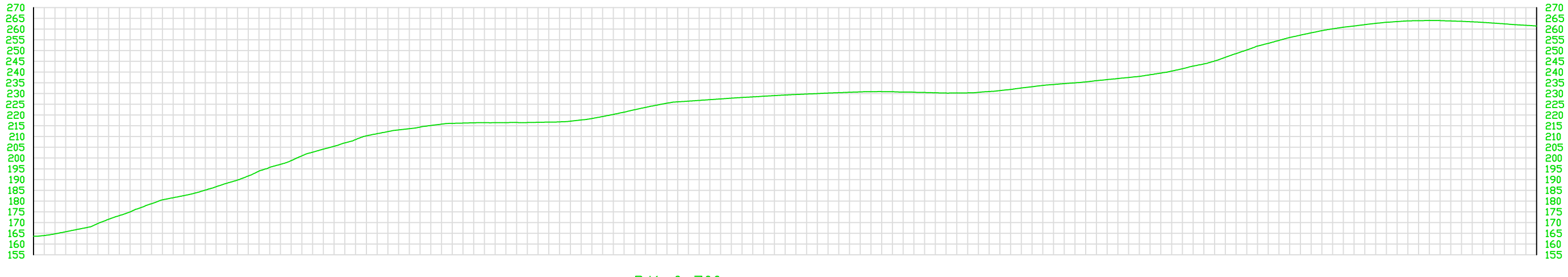
P.K.=0+760



P.K.=0+740

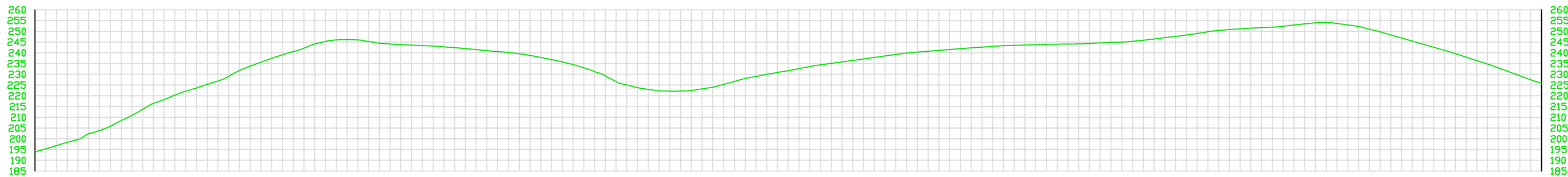


P.K.=0+720

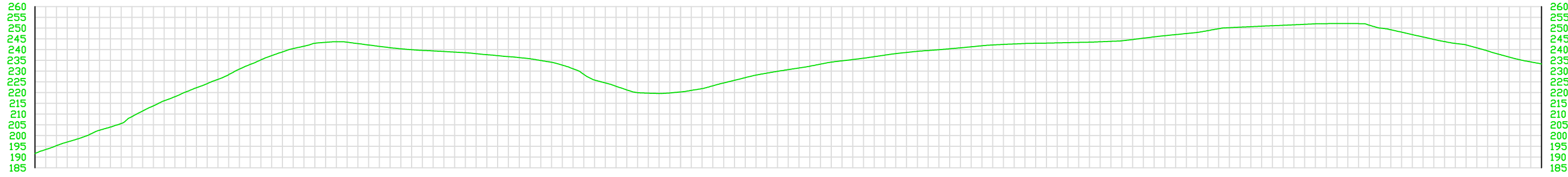


P.K.=0+700

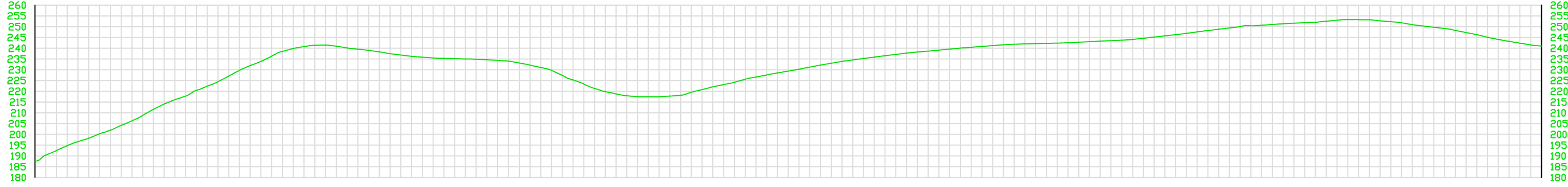
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL QUÍMICA INDUSTRIAL	
DIBUJADO		ISAAC RODRIGUEZ GARCIA			
COMPROBADO					
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO: RESTAURACION DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ARIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS. (SAN JOSE DEL VALLE). CADIZ				
1:2000	DENOMINACIÓN DEL PLANO: <div>SITUACION PERFILES</div>				PLANO Nº: 14
					HOJA Nº: 3



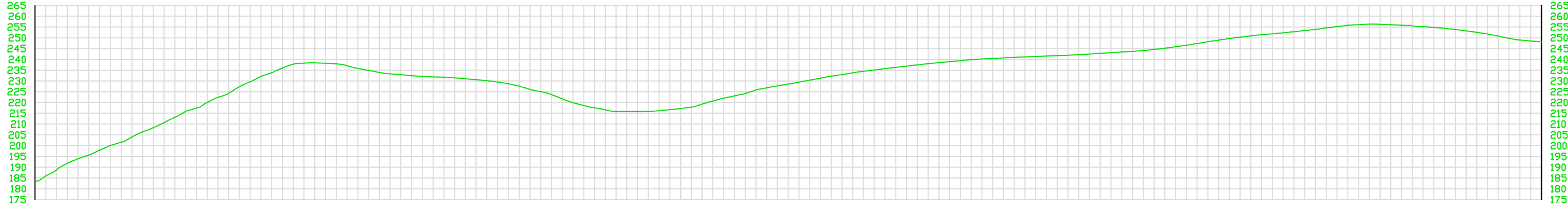
P.K.=0+900



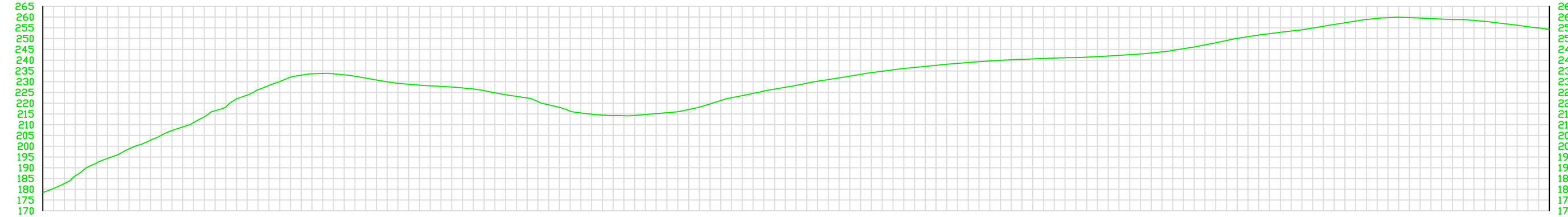
P.K.=0+880



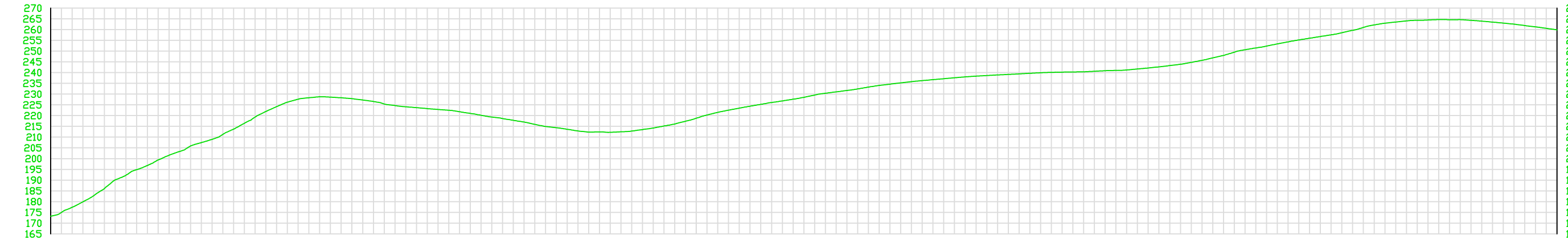
P.K.=0+860



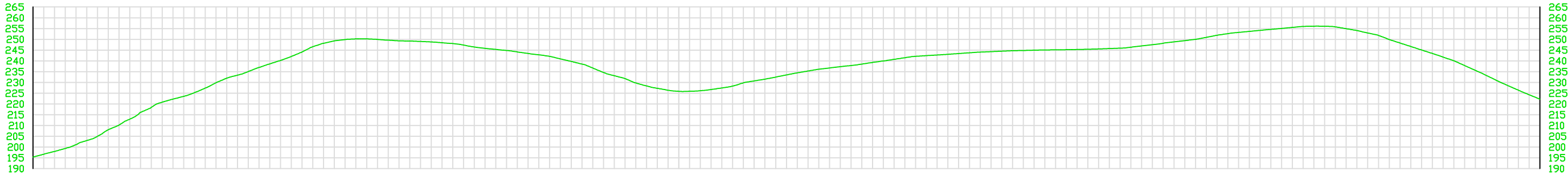
P.K.=0+840



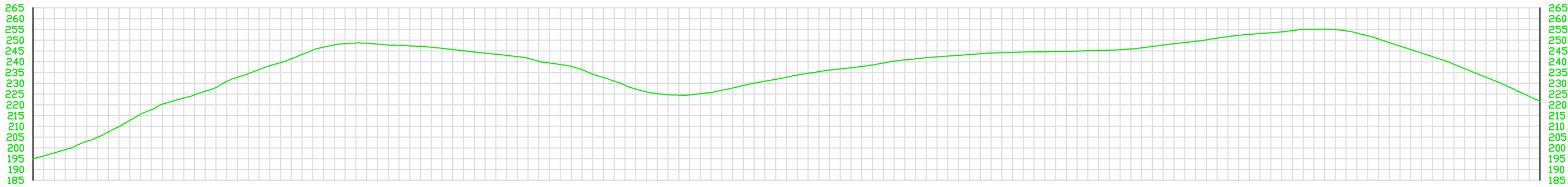
P.K.=0+820



P.K.=0+800



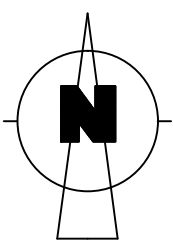
P.K.=0+932,11



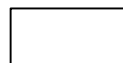

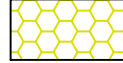
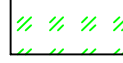


P.K.=0+920

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL QUÍMICA INDUSTRIAL	
DIBUJADO		ISAAC RODRIGUEZ GARCIA			
COMPROBADO					
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO: RESTAURACION DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ARIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS. (SAN JOSE DEL VALLE). CADIZ				
1:2000	DENOMINACIÓN DEL PLANO:  SITUACION PERFILES				PLANO Nº: 14
					HOJA Nº: 4

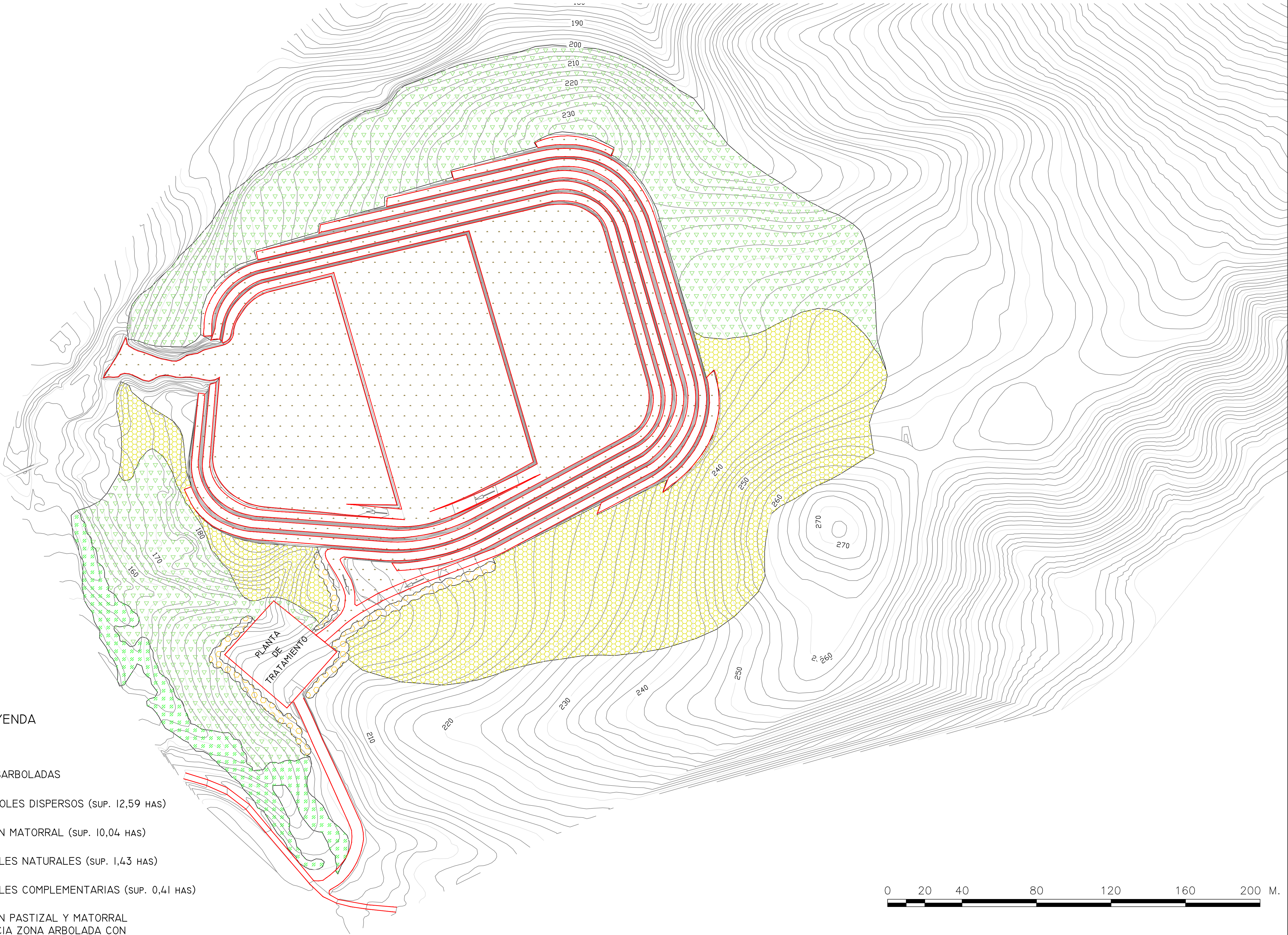




LEYENDA

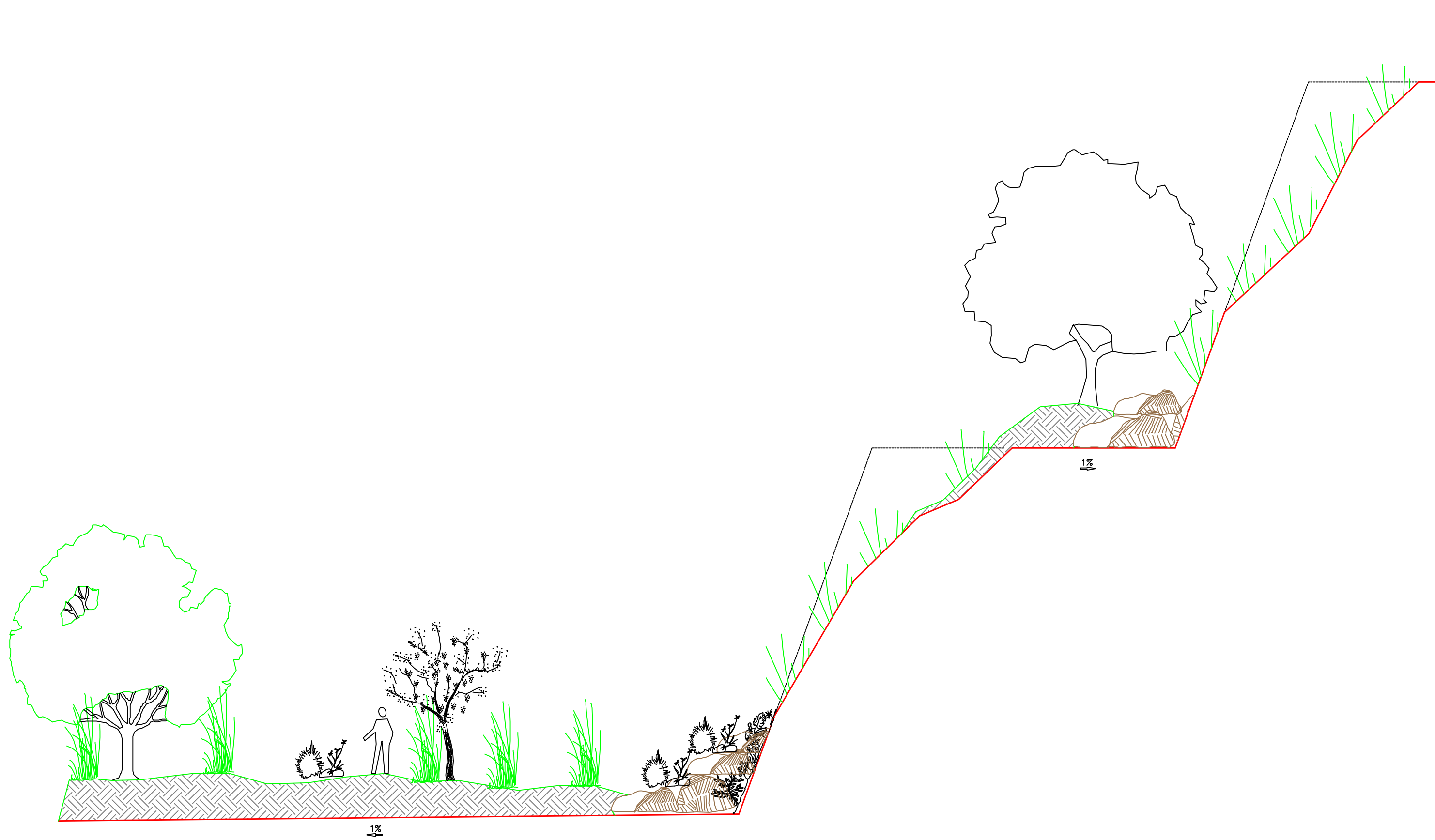
-  ZONAS RASAS O DESARVOLADAS
-  MATORRAL CON ARBOLES DISPERSOS (sup. 12,59 HAS)
-  ZONA ARBOLADA CON MATORRAL (sup. 10,04 HAS)
-  PANTALLAS VEGETALES NATURALES (sup. 1,43 HAS)
-  PANTALLAS VEGETALES COMPLEMENTARIAS (sup. 0,41 HAS)
-  ZONA ARBOLADA CON PASTIZAL Y MATORRAL CON TENDENCIA HACIA ZONA ARBOLADA CON MATORRAL (sup. 20, 34 HAS)

TOTAL SUPERFICIE RESTAURADA = 44,83 HAS

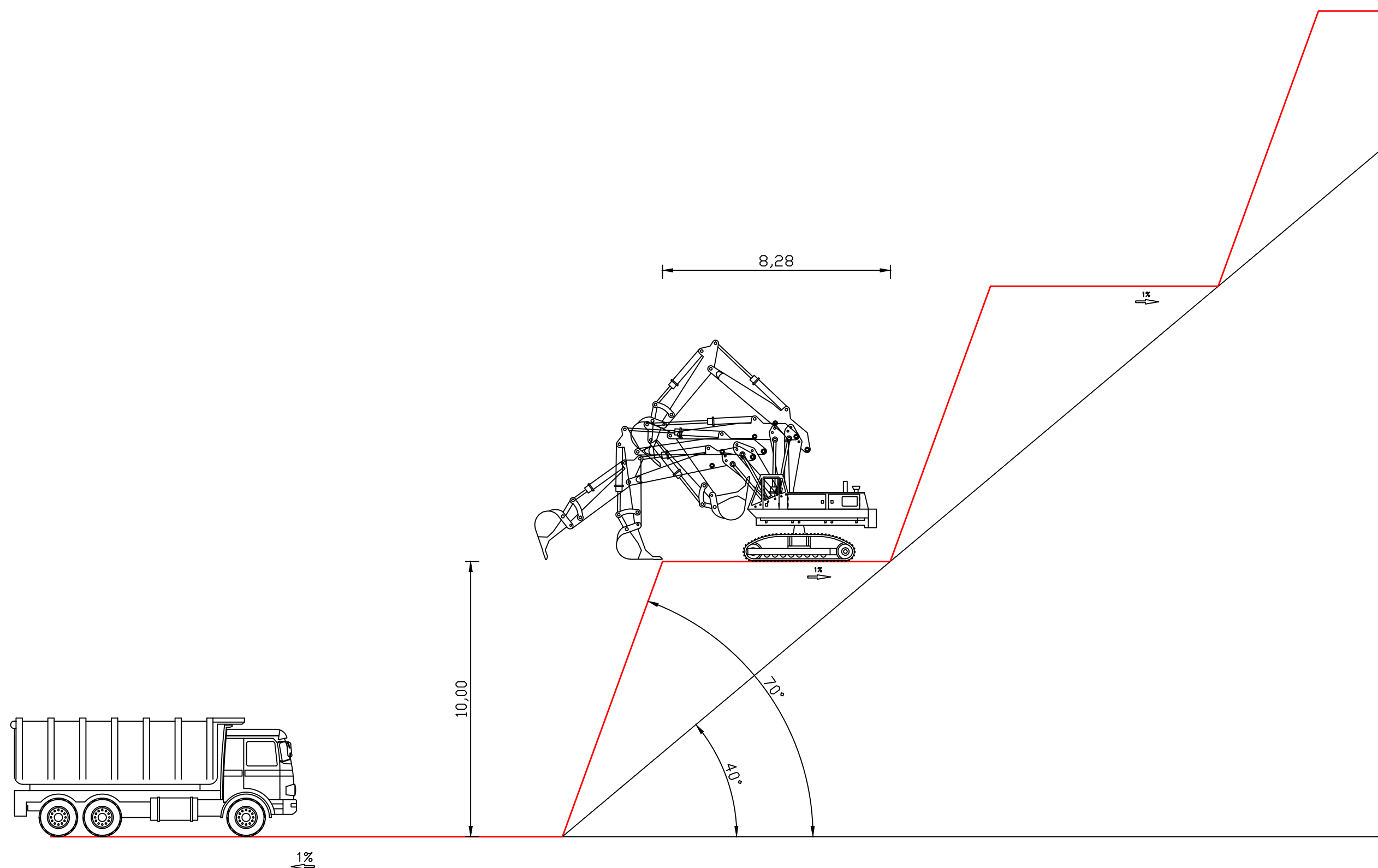


	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS	
DIBUJADO		ISAAC RODRIGUEZ GARCIA		INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL	
COMPROBADO				QUÍMICA INDUSTRIAL	
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:				
1:2000	RESTAURACION DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ARIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS. (SAN JOSE DEL VALLE). CADIZ				
	DENOMINACIÓN DEL PLANO:			PLANO Nº:	15
PLANTA ESTADO FINAL			HOJA Nº:		1



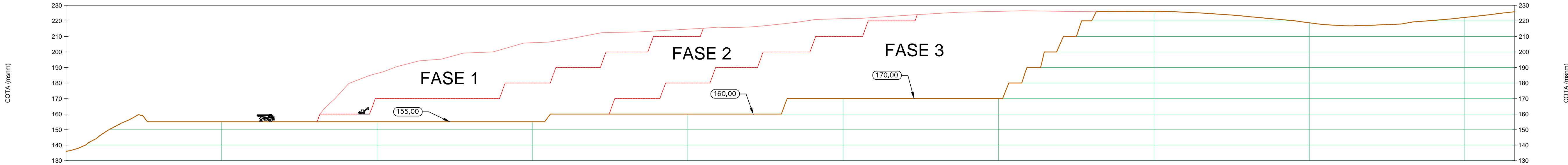


DETALLE REVETACION  
1/100



PERFIL DE DETALLE  
1/150

Perfil Longitudinal: EJE  
Escala - V: 2000 H:2000



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL QUÍMICA INDUSTRIAL
DIBUJADO		ISAAC RODRIGUEZ GARCIA		
COMPROBADO				
ESCALA	DENOMINACIÓN DEL PROYECTO: RESTAURACION DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR UNA CANTERA DE ARIDOS EN LA SIERRA DE DOS HERMANAS. (SAN JOSE DEL VALLE). CADIZ			
VARIAS	DENOMINACIÓN DEL PLANO:  FASES			PLANO Nº: 16
				HOJA Nº: 1



